

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

19.11.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 1 月 2 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 9 1 8 6 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 3 9 1 8 6 0 ]

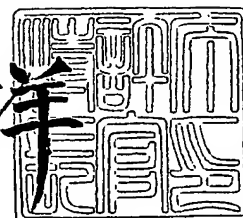
出      願      人            松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月   6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川

洋



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願  
【整理番号】 7047950008  
【提出日】 平成15年11月21日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04L 27/32  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 村上 豊  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 小林 聖峰  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 折橋 雅之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 松岡 昭彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100105050  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鷺田 公一  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 041243  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9700376

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数アンテナから同時に送信された複数の変調信号を複数アンテナで受信し、受信信号から、前記マルチアンテナ送信装置の各アンテナから送信された各変調信号に対応するデータ系列を復元するマルチアンテナ受信装置であって、

前記受信信号から前記変調信号の全て又はいずれか 1 つ以上を仮判定する仮判定部と、  
自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部と、

削減された候補信号点と前記受信信号の受信点との信号点距離を計算することにより、  
自変調信号についてのデジタルデータを得る主判定部と

を具備するマルチアンテナ受信装置。

**【請求項 2】**

さらに、各変調信号に挿入された既知信号に基づいて、各送信アンテナと各受信アンテナ間でのチャンネル変動値を推定するチャンネル変動推定部を具備し、

前記仮判定部は、前記チャンネル変動値を要素とするチャンネル変動行列を用いて各送信アンテナから送信された変調信号と各受信アンテナで受信した受信信号とを関連付け、前記チャンネル変動行列の逆行列演算を行うことにより、受信信号を各送信アンテナから送信された変調信号に分離する分離部と、分離された各変調信号を軟判定又は硬判定することによりデジタル信号を得てこれを仮判定値とする判定部と、を有し、

前記信号点削減部は、前記チャンネル変動値に基づいて、多重された前記複数の変調信号の全候補信号点を求め、この全候補信号点から前記仮判定値を用いて自変調信号についての候補信号点を絞り込むことにより、自変調信号についての候補信号点を削減する

請求項 1 に記載のマルチアンテナ受信装置。

**【請求項 3】**

さらに、前記主判定部により得られたデジタルデータのうち、自変調信号以外のデジタルデータを用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部を具備する

請求項 1 に記載のマルチアンテナ受信装置。

**【請求項 4】**

さらに、前記主判定部により得られたデジタルデータのうち、自変調信号以外のデジタルデータを用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部を具備し、  
前記主判定部により順次得られるデジタルデータを再帰的に用いて候補信号点を削減する

請求項 1 に記載のマルチアンテナ受信装置。

**【請求項 5】**

前記複数の変調信号は、各変調信号間で受信品質が異なるように変調された信号である  
請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のマルチアンテナ受信装置。

**【請求項 6】**

同時送信された複数の変調信号が伝搬路上で多重されてなる受信信号から、各変調信号に対応するデータ系列を復元するマルチアンテナ受信方法であって、

前記受信信号から前記変調信号の全て又はいずれか 1 つ以上を仮判定する仮判定ステップと、

自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減ステップと、

削減された候補信号点と前記受信信号の受信点とに基づき自変調信号についてのデジタルデータを得る主判定ステップと

を含むマルチアンテナ受信方法。

**【請求項 7】**

前記仮判定ステップでは大まかな判定を行い、前記主判定ステップでは詳細な判定を行う

請求項 6 に記載のマルチアンテナ受信方法。

【請求項 8】

前記仮判定ステップでは、チャネル変動行列の逆行列演算により各変調信号を分離し、分離後の各変調信号を変調信号毎に判定し、

前記主判定ステップでは、最尤判定を含む演算を行う

請求項 7 に記載のマルチアンテナ受信方法。

【請求項 9】

さらに、前記主判定ステップにより得られたデジタルデータを再帰的に用いたイタレーション処理により前記主判定ステップで用いる候補信号点を削減する信号点削減ステップを含む

請求項 6 に記載のマルチアンテナ受信方法。

【請求項 10】

複数のアンテナと、

前記各アンテナに対応して設けられ、前記各アンテナから送信する信号をそれぞれ異なるインターリーブパターンでインターリーブする複数のインターリーバと

を具備するマルチアンテナ送信装置。

【請求項 11】

前記複数のインターリーバにおけるインターリーブパターンは、各インターリーバ間で無相関となるように選定されている

請求項 10 に記載のマルチアンテナ送信装置。

【請求項 12】

さらに、インターリーブ後の各送信信号を OFDM 変調する OFDM 変調部を具備し、

前記複数のインターリーバのうち第 1 のインターリーバは、周波数の低いサブキャリアから周波数の高いサブキャリアへとデータを配置するインターリーブパターンが選定されていると共に、第 2 のインターリーバは、周波数の高いサブキャリアから周波数の低いサブキャリアへとデータを配置するインターリーブパターンが選定されている

請求項 10 に記載のマルチアンテナ送信装置。

【請求項 13】

複数のアンテナを有し各アンテナから同時に異なる変調信号を送信するマルチアンテナ送信装置と、複数のアンテナを有し当該複数アンテナで受信した受信信号を復調することにより、各変調信号に対応するデータ系列を復元するマルチアンテナ受信装置と、を備えるマルチアンテナ通信システムであって、

前記マルチアンテナ送信装置は、

前記各アンテナから送信する信号をそれぞれ異なるインターリーブパターンでインターリーブする複数のインターリーバを具備し、

前記マルチアンテナ受信装置は、

前記受信信号から前記変調信号の全て又はいずれか 1 つ以上を仮判定する仮判定部と、

自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部と、

削減された候補信号点と前記受信信号の受信点との信号点距離を計算することにより、自変調信号についてのデジタルデータを得る主判定部と、

を具備するマルチアンテナ通信システム。

## 【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチアンテナ受信装置、マルチアンテナ受信方法、マルチアンテナ送信装置及びマルチアンテナ通信システム

## 【技術分野】

【0001】

本発明はマルチアンテナ受信装置、マルチアンテナ受信方法、マルチアンテナ送信装置及びマルチアンテナ通信システムに関し、特に送信側の複数アンテナから同時に送信された異なる変調信号を複数のアンテナで受信し、伝搬路上で複数の変調信号が多重化されてなる受信信号から各変調信号に対応する送信データを復元する技術に関する。

## 【背景技術】

【0002】

従来、MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) と呼ばれる通信方法のように複数系列の送信データをそれぞれ変調し、各変調データを複数のアンテナから同時に送信することで、データの通信速度を高めるようにしたものがある。受信側では、複数のアンテナからの送信信号を複数のアンテナで受信する。

【0003】

ここで各受信アンテナで得られる受信信号は、複数の変調信号が伝搬空間上で混ざり合ったものとなるので、各変調信号に対応するデータを復元するためには、各変調信号の伝搬路での変動値（以下これをチャネル変動と呼ぶ）を推定する必要がある。このため送信装置は予め変調信号にパイロットシンボル等の既知信号を挿入し、受信装置は変調信号に挿入された既知信号に基づいて、各送信アンテナと各受信アンテナ間の伝搬空間でのチャネル変動を推定する。そしてこのチャネル変動推定値を用いて各変調信号を復調する。

【0004】

その一つの方法として、チャネル変動推定値を要素とする行列の逆行列演算を行って各変調信号を分離する方法がある。また別の方法として、チャネル変動推定値を用いて候補信号点位置を求め、この候補信号点位置と受信信号点位置との間で最尤判定 (MLD: Maximum Likelihood Detection) を行うことで、各変調信号により送信されたデータを復元する方法がある。

【0005】

このようなマルチアンテナを用いた通信技術については、例えば非特許文献1で開示されている。以下、この非特許文献1に開示された内容について、図31を用いて簡単に説明する。マルチアンテナ送信装置1は、変調信号生成部3に送信信号A及び送信信号Bを入力する。変調信号生成部3は各送信信号A、Bに対してQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) や16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 等のデジタル変調処理を施し、これにより得たベースバンド信号4、5を無線部6に送出する。無線部6はベースバンド信号4、5に対してアップコンバートや増幅等の無線処理を施し、これにより得た変調信号7、8を各アンテナ9、10に送出する。このようにしてマルチアンテナ送信装置1は、送信信号Aの変調信号7をアンテナ9から送信すると共に、これと同時に送信信号Bの変調信号8をアンテナ10から送信するようになっている。

【0006】

マルチアンテナ受信装置2は、アンテナ11で受信した受信信号12を無線部13に入力すると共に、アンテナ15で受信した受信信号16を無線部17に入力する。無線部13、17は受信信号12、16に対してダウンコンバート等の無線処理を施し、これにより得たベースバンド信号14、18を復調部19に送出する。

【0007】

復調部19はベースバンド信号14、18を検波することにより、送信信号Aの受信デジタル信号20及び送信信号Bの受信デジタル信号21を得る。このとき非特許文献1では、復調部19において、チャネル推定行列の逆行列演算を行って受信デジタル信号20、21を得る方法と、最尤判定 (MLD) を行って受信デジタル信号20、21を得る方法が記載されている。

【非特許文献1】 “Multiple-antenna diversity techniques for transmission over fading channels” IEEE WCNC 1999, pp.1038-1042, Sep. 1999.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、上述したようなマルチアンテナを用いたシステムでは、データ通信速度は上がるものの、特に受信装置の構成が複雑化する問題がある。特に最尤判定（MLD）を行って各変調信号に対応するデータを得る方法では、候補信号点と受信点との間の最尤判定に要する演算数が多くなるため、回路規模が大きくなってしまう。

【0009】

具体的に、送信アンテナ数が2で、受信アンテナ数が2の場合を考えると、QPSKを施した変調信号を各アンテナから送信した場合、 $4 \times 4 = 16$ 個の候補信号点が存在することになる。さらに16QAMを施した変調信号を各アンテナから送信した場合には、 $16 \times 16 = 256$ 個の候補信号点が存在することになる。最尤判定（MLD）を行う場合、実際の受信点とこれらの全候補信号点との距離を計算する必要があるため、膨大な計算が必要となり、回路規模の増大に繋がる。

【0010】

これに対して、チャネル推定行列の逆行列を用いて、受信信号から各変調信号を分離した後に判定を行う方法では、最尤判定（MLD）を行う方法と比較して演算数が少なくなるため、回路規模は小さくなるが、電波伝搬環境によっては誤り率特性が低下し、この結果受信データの誤り率特性が劣化する欠点がある。誤り率特性が低下すると、実質的なデータ通信速度が低下することに繋がる。

【0011】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、誤り率特性を維持しつつ、装置構成を簡単化できるマルチアンテナ受信装置、マルチアンテナ受信方法、マルチアンテナ送信装置及びマルチアンテナ通信システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

かかる課題を解決するため本発明のマルチアンテナ受信装置は、複数アンテナから同時に送信された複数の変調信号を複数アンテナで受信し、受信信号から前記複数の変調信号の各々に対応するデータ系列を復元するマルチアンテナ受信装置であって、前記受信信号から前記変調信号の全て又はいずれか1つ以上を仮判定する仮判定部と、自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部と、削減された候補信号点と前記受信信号の受信点との信号点距離を計算することにより自変調信号についてのデジタルデータを得る主判定部とを具備する構成を採る。

【0013】

この構成によれば、他の変調信号の仮判定結果を使って自変調信号の候補信号点を削減した後に、主判定を行うようにしたので、主判定で最尤判定（MLD）等の詳細な判定を行った場合の演算量が削減される。この結果、目的の変調信号に対応するデジタルデータを小さい回路規模で正確に求めることができるようになる。

【0014】

本発明のマルチアンテナ受信装置は、さらに、各変調信号に挿入された既知信号に基づいて各送信アンテナと各受信アンテナ間でのチャネル変動値を推定するチャネル変動推定部を具備し、前記仮判定部は、前記チャネル変動値を要素とするチャネル変動行列を用いて各送信アンテナから送信された変調信号と各受信アンテナで受信した受信信号とを関連付け、前記チャネル変動行列の逆行列演算を行うことにより、受信信号を各送信アンテナから送信された変調信号に分離する分離部と、分離された各変調信号を軟判定又は硬判定することによりデジタル信号を得てこれを仮判定値とする判定部と、を有し、前記信号点削減部は、前記チャネル変動値に基づいて、多重された前記複数の変調信号の全候補信

号点を求め、この全候補信号点から前記仮判定値を用いて自変調信号についての候補信号点を絞り込むことにより自変調信号についての候補信号点を削減する構成を採る。

【0015】

この構成によれば、仮判定部を小さい回路規模で実現できるようになる。

【0016】

本発明のマルチアンテナ受信装置は、さらに、前記主判定部により得られたデジタルデータのうち、自変調信号以外のデジタルデータを用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部を具備する構成を採る。

【0017】

この構成によれば、主判定部により得られるデジタルデータは、仮判定部により得られるデジタルデータよりも誤り率特性の良いデータであり、このデータを用いて候補信号点を削減するので、的確な候補信号点の絞り込みができるようになる。

【0018】

本発明のマルチアンテナ受信装置は、さらに、前記主判定部により得られたデジタルデータのうち、自変調信号以外のデジタルデータを用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部を具備し、前記主判定部により順次得られるデジタルデータを再帰的に用いて候補信号点を削減する構成を採る。

【0019】

この構成によれば、所謂イタレーションにより候補信号点を削減するようにしたので、一段と的確な候補信号点の絞り込みができるようになるので、主判定部により得られるデジタルデータの誤り率特性を一段と向上させることができるようになる。

【0020】

本発明のマルチアンテナ受信装置は、前記複数の変調信号は、各変調信号間で受信品質が異なるように変調された信号である構成を採る。

【0021】

この構成によれば、例えば第1の変調信号の変調多値数を第2の変調信号の変調多値数よりも少なくし、第1の変調信号を仮判定し、その仮判定結果を用いて第2の変調信号についての候補信号点を削減すれば、受信品質の良い第1の変調信号の仮判定結果によって的確な信号点削減を行うことができるようになる。この結果、第2の変調信号を主判定したデジタルデータは、伝送速度が高くかつ誤り率特性の良いものとなる。これにより、受信品質の向上と伝送速度の向上の両立を図ることができる。

【0022】

本発明のマルチアンテナ受信方法は、同時送信された複数の変調信号が伝搬路上で多重されてなる受信信号から、各変調信号に対応するデータ系列を復元するマルチアンテナ受信方法であって、前記受信信号から前記変調信号の全て又はいずれか1つ以上を仮判定する仮判定ステップと、自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減ステップと、削減された候補信号点と前記受信信号の受信点とに基づき自変調信号についてのデジタルデータを得る主判定ステップとを含むようにする。

【0023】

この方法によれば、他の変調信号の仮判定結果を使って自変調信号の候補信号点を削減した後に、主判定を行うようにしたので、主判定で少ない演算量で的確な判定処理を行うことができるようになり、小さな回路規模で誤り率特性の良い受信データを得ることができる。

【0024】

本発明のマルチアンテナ受信方法は、前記仮判定ステップでは大まかな判定を行い、前記主判定ステップでは詳細な判定を行うようにする。

【0025】

本発明のマルチアンテナ受信方法は、前記仮判定ステップでは、チャネル変動行列の逆行列演算により各変調信号を分離し、分離後の各変調信号を変調信号毎に判定し、前記主

判定ステップでは、最尤判定を含む演算を行うようにする。

【0026】

本発明のマルチアンテナ受信方法は、さらに、前記主判定ステップにより得られたデジタルデータを再帰的に用いたイタレーション処理により前記主判定ステップで用いる候補信号点を削減する信号点削減ステップを含むようにする。

【0027】

本発明のマルチアンテナ送信装置は、複数のアンテナと、前記各アンテナに対応して設けられ、前記各アンテナから送信する信号をそれぞれ異なるインターリーブパターンでインターリーブする複数のインターリーブとを具備する構成を採る。

【0028】

この構成によれば、伝搬路上で多重化された変調信号から、例えばある変調信号の判定結果に基づいて他の変調信号の候補信号点を絞り込んだ後に、前記他の変調信号の判定を行うような場合に、両方の変調信号のデータがバースト的に誤る確率を低くできるので、前記他の変調信号の判定結果であるデータの誤り率特性を向上させることができるようになる。特に、誤り訂正符号を用いている場合に効果的である。

【0029】

本発明のマルチアンテナ送信装置は、前記複数のインターリーブにおけるインターリーブパターンは、各インターリーブ間で無相関となるように選定されている構成を採る。

【0030】

この構成によれば、前記ある変調信号と前記他の変調信号の両方のデータがバースト的に誤る確率を一段と低減できるので、前記他の変調信号の判定結果であるデータの誤り率特性を一段と向上させることができる。

【0031】

本発明のマルチアンテナ送信装置は、さらに、インターリーブ後の各送信信号をOFDM変調するOFDM変調部を具備し、前記複数のインターリーブのうち第1のインターリーブは、周波数の低いサブキャリアから周波数の高いサブキャリアへとデータを配置するインターリーブパターンが選定されていると共に、第2のインターリーブは、周波数の高いサブキャリアから周波数の低いサブキャリアへとデータを配置するインターリーブパターンが選定されている構成を採る。

【0032】

この構成によれば、第1のインターリーブによりインターリーブされて第1のアンテナから送信されたOFDM変調信号の判定後のデータと、第2のインターリーブによりインターリーブされて第2のアンテナから送信されたOFDM変調信号の判定後のデータの両方がバースト的に誤る確率が低くなるので、前記他の変調信号の判定結果であるデータの誤り率特性を向上させることができるようになる。

【0033】

本発明のマルチアンテナ通信システムは、複数のアンテナを有し各アンテナから同時に異なる変調信号を送信するマルチアンテナ送信装置と、複数のアンテナを有し当該複数アンテナで受信した受信信号を復調することにより、各変調信号に対応するデータ系列を復元するマルチアンテナ受信装置と、を備えるマルチアンテナ通信システムであって、前記マルチアンテナ送信装置は、前記各アンテナから送信する信号をそれぞれ異なるインターリーブパターンでインターリーブする複数のインターリーブを具備し、前記マルチアンテナ受信装置は、前記受信信号から前記変調信号の全て又はいずれか1つ以上を仮判定する仮判定部と、自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減する信号点削減部と、削減された候補信号点と前記受信信号の受信点との信号点距離を計算することにより、自変調信号についてのデジタルデータを得る主判定部と、を具備する構成を採る。

【0034】

この構成によれば、他の変調信号の仮判定結果を使って自変調信号の候補信号点を削減した後に、主判定を行うようにしたので、主判定で最尤判定(MLD)等の詳細な判定を



行った場合の演算量が削減される。この結果、目的の変調信号に対応するデジタルデータを小さい回路規模で正確に求めることができるようになる。さらに、各変調信号のインターリーブパターンが異なるので、両方の変調信号のデータがバースト的に誤る確率が低くなり、主判定を一段と正確に行うことができ、この結果データの誤り率特性を一段と向上させることができるようになる。

#### 【発明の効果】

##### 【0035】

このように本発明によれば、同時送信された複数の変調信号が伝搬路上で多重されてなる受信信号から、各変調信号の全て又はいずれか1つ以上を仮判定し、自変調信号以外の変調信号についての仮判定結果を用いて自変調信号についての候補信号点を削減し、削減した候補信号点と前記受信信号の受信点とに基づき自変調信号についてのデジタルデータを得るようにしたことにより、誤り率特性を維持しつつ、装置構成を簡単化できるマルチアンテナ受信装置を実現できる。

##### 【0036】

また各アンテナから送信する送信信号を異なるインターリーブパターンでインターリーブするようにしたことにより、マルチアンテナ受信装置での誤り率特性を一段と向上させることができるようになる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0037】

マルチアンテナ送信装置から同時送信され、伝搬路上で多重化された複数の変調信号をマルチアンテナ受信装置で受信し、各変調信号の信号点判定を行って誤り率特性の良いデータを得るには、膨大な演算量が必要となる。特にチャンネル数（アンテナ数）が多いほど、変調多値数が多いほど、演算回数が多くなる。

##### 【0038】

本発明の骨子は、変調信号の受信点を判定して受信データを得る際に用いる候補信号点を、自変調信号以外の他の変調信号の判定値を使って削減し、削減した候補信号点を用いて自変調信号についての判定（主判定）を行うことである。

##### 【0039】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

##### 【0040】

###### （実施の形態1）

図1に、本実施の形態で説明するマルチアンテナ通信システムの全体構成を示す。本実施の形態では、説明を簡単化するために、送信アンテナが2本で、受信アンテナが2本の場合について記述するが、 $M$  ( $M \geq 2$ ) 本の送信アンテナと、 $N$  ( $N \geq 2$ ) 本の受信アンテナを有するマルチアンテナシステムに適用可能である。

##### 【0041】

マルチアンテナ通信システム100のマルチアンテナ送信装置110は、送信部111において各送信データTA、TBに対して所定の変調処理や無線周波数への変換処理を施すことにより変調信号Ta、Tbを得、これを各アンテナAN1、AN2から送信する。マルチアンテナ受信装置120は、各アンテナAN3、AN4で受信した受信信号R1、R2を受信部121に入力する。受信部121は受信信号R1、R2に対して復調処理を施すことにより、送信データTA、TBに対応する受信データRA、RBを得る。

##### 【0042】

ここでアンテナAN1から送信された変調信号Taは、チャンネル変動 $h_{11}(t)$ 、 $h_{12}(t)$ を受けた後にアンテナAN3、AN4で受信される。またアンテナAN2から送信された変調信号Tbは、チャンネル変動 $h_{21}(t)$ 、 $h_{22}(t)$ を受けた後にアンテナAN3、AN4で受信される。

##### 【0043】

よって、時間のパラメータ $t$ を用いて、アンテナAN1から送信される信号をTa( $t$ )、アンテナAN2から送信される信号をTb( $t$ )、受信アンテナAN3で受信した信

号を  $R1(t)$ 、受信アンテナ  $AN4$  で受信した信号を  $R2(t)$  とすると、以下の関係式が成立する。

【0044】

【数1】

$$\begin{pmatrix} R1(t) \\ R2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h11(t) & h21(t) \\ h12(t) & h22(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Ta(t) \\ Tb(t) \end{pmatrix} \dots (1)$$

図2に、マルチアンテナ送信装置110の構成を示す。マルチアンテナ送信装置110は符号化部201A、201Bに送信デジタル信号TA、TBを入力する。符号化部201A、201Bは、フレーム構成信号生成部210からのフレーム構成信号S10に従って、送信デジタル信号TA、TBに畳み込み符号化処理を施すことにより符号化データS1A、S1Bを形成し、これを変調部202A、202Bに送出する。

【0045】

変調部202A、202Bは、符号化データS1A、S1Bに対してQPSKや16QAM等の変調処理を施すと共に、フレーム構成信号S10に従ったタイミングでチャネル推定用のシンボルを挿入することにより、ベースバンド信号S2A、S2Bを形成し、これを拡散部203A、203Bに送出する。図3に、各ベースバンド信号のフレーム構成例を示す。

【0046】

拡散部203A、203Bは、ベースバンド信号に拡散符号を乗算することにより拡散されたベースバンド信号S3A、S3Bを得、これを無線部204A、204Bに送出する。なお拡散部203Aと拡散部203Bとは異なる拡散符号を用いるようになっている。無線部204A、204Bは、拡散されたベースバンド信号S3A、S3Bに対してアップコンバートや増幅等の無線処理を施すことにより変調信号Ta、Tbを形成し、これをアンテナAN1、AN2に供給する。

【0047】

かくして各アンテナAN1、AN2からは、時間軸方向に畳み込み符号化された異なる変調信号Ta、Tbが同時に送信される。

【0048】

図4に、マルチアンテナ受信装置120の全体構成を示す。マルチアンテナ受信装置120はアンテナAN3、AN4で受信した受信信号R1、R2をそれぞれ無線部401-1、401-2に供給する。無線部401-1、401-2は、受信信号に対してダウンコンバートや直交復調などの無線処理を施すことによりベースバンド信号R1-1、R2-1を得、これを逆拡散部402-1、402-2に送出する。

【0049】

逆拡散部402-1は、ベースバンド信号R1-1に対して図2の拡散部203A及び拡散部203Bで用いた拡散符号と同じ拡散符号を用いた逆拡散処理を施すことにより逆拡散後のベースバンド信号R1-2を得、これを変調信号Aのチャネル変動推定部403-1A、変調信号Bのチャネル変動推定部403-1B及び信号処理部404に送出する。

【0050】

同様に、逆拡散部402-2は、ベースバンド信号R2-1に対して図2の拡散部203A及び拡散部203Bで用いた拡散符号と同じ拡散符号を用いた逆拡散処理を施すことにより逆拡散後のベースバンド信号R2-2を得、これを変調信号Aのチャネル変動推定部403-2A、変調信号Bのチャネル変動推定部403-2B及び信号処理部404に送出する。

【0051】

変調信号Aのチャネル変動推定部403-1Aは、チャネル推定シンボルに基づき変調信号A（アンテナAN1から送信された変調信号Ta）のチャネル変動を推定することによりチャネル変動推定値h11を得る。これにより、アンテナAN1とアンテナAN3間

のチャネル変動が推定される。変調信号Bのチャネル変動推定部403-1Bはチャネル推定シンボルに基づき変調信号B（アンテナAN2から送信された変調信号Tb）のチャネル変動を推定することによりチャネル変動推定値h21を得る。これによりアンテナAN2とアンテナAN3間のチャネル変動が推定される。

#### 【0052】

同様に、変調信号Aのチャネル変動推定部403-2Aは、チャネル推定シンボルに基づき変調信号A（アンテナAN1から送信された変調信号Ta）のチャネル変動を推定することによりチャネル変動推定値h12を得る。これにより、アンテナAN1とアンテナAN4間のチャネル変動が推定される。変調信号Bのチャネル変動推定部403-2Bはチャネル推定シンボルに基づき変調信号B（アンテナAN2から送信された変調信号Tb）のチャネル変動を推定することによりチャネル変動推定値h22を得る。これによりアンテナAN2とアンテナAN4間のチャネル変動が推定される。

#### 【0053】

信号処理部404は、逆拡散後のベースバンド信号R1-2、R2-2に加えて、チャネル変動推定値h11、h21、h12、h22を入力し、チャネル変動推定値h11、h21、h12、h22を用いてベースバンド信号R1-2、R2-2の復号や検波等を行うことにより、送信データTA、TBに対応する受信データRA、RBを得るようになっている。

#### 【0054】

図5に、本実施の形態の信号処理部404の構成を示す。信号処理部404は分離部501にベースバンド信号R1-2、R2-2、チャネル変動推定値h11、h21、h12、h22を入力する。

#### 【0055】

分離部501は、ベースバンド信号R1-2、R2-2と、チャネル変動推定値h11、h21、h12、h22とを、(1)式に当てはめて(1)式の逆行列演算を行うことにより、送信デジタル信号TAの推定ベースバンド信号502と送信デジタル信号TBの推定ベースバンド信号505を得る。このように分離部501は、最尤判定(MLD)を行うのではなく、逆行列演算によって信号分離を行うため、最尤判定を行う場合に比して小さな回路規模で信号分離を行うことができる。分離部501は、送信デジタル信号TAの推定ベースバンド信号502を軟判定部503に送出すると共に、送信デジタル信号TBの推定ベースバンド信号505を軟判定部506に送出する。

#### 【0056】

軟判定部503、506は、それぞれ、推定ベースバンド信号502、505の軟判定値を求めた後、軟判定値に対して誤り訂正処理を施すことにより、デジタルデータである判定値504、507を得る。軟判定部503により得られた判定値504は、信号点削減部514、516に送出される。また軟判定部506により得られた判定値507は、信号点削減部508、510に送出される。

#### 【0057】

図6に、軟判定部503、506の構成を示す。軟判定部503と軟判定部506の構成は同様なので、ここでは軟判定部503の構成のみ説明する。軟判定部503は推定ベースバンド信号502を軟判定値計算部601に入力する。軟判定値計算部601は、推定ベースバンド信号502のプランチメトリック及びパスメトリックを求めることにより、推定ベースバンド信号502のデータ系列602を計算し、このデータ系列602を判定部603に送出する。判定部603はデータ系列602に対して誤り訂正処理を施し、誤り訂正後のデータを判定値504として出力する。

#### 【0058】

図7を用いて軟判定部503、506での処理を具体的に説明する。図7は、送信デジタル信号TA、TBがQPSK変調されたときの信号点配置例を示す。図中、701は受信信号点であり、推定ベースバンド信号502、505に相当する。軟判定部503、506は、図7における受信信号点701とQPSKの信号点との、例えばユークリッド

距離の2乗を求め、この値をブランチメトリックとし、このブランチメトリックを利用しパスメトリックを求める。そして畳み込み符号を用いている場合は、例えばビタビアルゴリズムに従って復号し、送信デジタル信号TAについての判定値504及び送信デジタル信号TBについての判定値507を得る。

**【0059】**

かかる構成に加えて、信号処理部404は、変調信号Aについての信号点削減部508、510と、変調信号Bについての信号点削減部514、516を有する。

**【0060】**

変調信号Aについての信号点削減部508、510は、軟判定部506により得られた変調信号Bについての判定値を入力する。また信号点削減部508には一方の受信アンテナAN4の受信信号に基づいて得られた変調信号Aのチャンネル変動値h12及び変調信号Bのチャンネル変動値h22が入力されると共に、信号点削減部510には他方の受信アンテナAN3の受信信号に基づいて得られた変調信号Aのチャンネル変動値h11及び変調信号Bのチャンネル変動値h21が入力される。

**【0061】**

信号点削減部508は、先ず変調信号Aのチャンネル変動値h12及び変調信号Bのチャンネル変動値h22に基づき、図8に示すように、16点の候補信号点801～816を推定する。次に信号点削減部508は、軟判定部506により得られた変調信号Bの判定値507を使って、図9に示すように、候補信号点の数を4点に絞り込む。なお図9は、変調信号Bの判定値507が(0, 0)、つまり変調信号Bで送信された2ビットが(0, 0)と判定された場合の候補信号点削減の例を示すものである。そして信号点削減部508は、信号点801、806、811、816の情報を信号点情報509として軟判定部512に送出する。

**【0062】**

同様に、信号点削減部510は、変調信号Aのチャンネル変動値h11及び変調信号Bのチャンネル変動値h21に基づき16点の候補信号点801～816を推定し、次に軟判定部506により得られた変調信号Bの判定値507を使って候補信号点の数を4点に削減し、その4点の信号点の情報を信号点情報511として軟判定部512に送出する。

**【0063】**

変調信号Bについての信号点削減部514、516は、軟判定部503により得られた変調信号Aについての判定値504を入力する。また信号点削減部514には一方の受信アンテナAN4の受信信号に基づいて得られた変調信号Aのチャンネル変動値h12及び変調信号Bのチャンネル変動値h22が入力されると共に、信号点削減部516には他方の受信アンテナAN3の受信信号に基づいて得られた変調信号Aのチャンネル変動値h11及び変調信号Bのチャンネル変動値h21が入力される。

**【0064】**

信号点削減部514は、先ず変調信号Aのチャンネル変動値h12及び変調信号Bのチャンネル変動値h22に基づき、図10に示すように、16点の候補信号点801～816を推定する。次に信号点削減部514は、軟判定部503により得られた変調信号Aの判定値504を使って、図10に示すように、候補信号点の数を4点に絞り込む。なお図10は、変調信号Aの判定値504が(1, 0)、つまり変調信号Aで送信された2ビットが(1, 0)と判定された場合の候補信号点削減の例を示すものである。そして信号点削減部514は、信号点805、806、807、808の情報を信号点情報515として軟判定部518に送出する。

**【0065】**

同様に、信号点削減部516は、変調信号Aのチャンネル変動値h11及び変調信号Bのチャンネル変動値h21に基づき16点の候補信号点801～816を推定し、次に軟判定部503により得られた変調信号Aの判定値504を使って候補信号点の数を4点に削減し、その4点の信号点の情報を信号点情報517として軟判定部518に送出する。

**【0066】**

このように本実施の形態のマルチアンテナ受信装置120においては、チャネル変動行列の逆行列演算により各変調信号A、Bを分離する分離部501と、分離された変調信号502、505を軟判定する軟判定部503、506とに加えて、各変調信号A、Bに対応した信号点削減部508、510、514、516を設け、信号点削減部508、510、514、516において自変調信号を除く他の変調信号の軟判定値507、504を使って自変調信号についての候補信号点数を削減するようになっている。

#### 【0067】

すなわち分離部501、軟判定部503、506において各変調信号A、Bを仮判定し、信号点削減部508、510、514、516においてその仮判定結果507、504に基づいて候補信号点を削減する。

#### 【0068】

各軟判定部512、518は、ベースバンド信号R1-2、R2-2を、削減された自変調信号についての候補信号点を用いて軟判定することにより、送信データTA、TBに対応する受信データRA、RBを得るようになっている。

#### 【0069】

これを具体的に説明する。軟判定部512は、信号点情報509、511として図9の候補信号点801、806、811、816の情報を入力すると共に、受信ベースバンド信号R1-2、R2-2を入力する。軟判定部512は、受信ベースバンド信号R1-2、R2-2の両方について候補信号点801、806、811、816を用いて軟判定を行う。例えば、受信ベースバンド信号R1-2で示される受信点が、図9の信号点800とすると、受信信号点800と候補信号点801、806、811、816とのユークリッド距離の2乗を計算することで、ブランチメトリック（これを $B_x$ と呼ぶ）を求める。同様に、受信ベースバンド信号R2-2で示される受信点が、図9の信号点800（但し、実際には受信ベースバンド信号R2-1の受信点と受信ベースバンド信号R2-2の受信点は異なるものとなる）とすると、受信信号点800と候補信号点801、806、811、816とのユークリッド距離の2乗を計算することで、ブランチメトリック（これを $B_y$ と呼ぶ）を求める。

#### 【0070】

そして軟判定部512は、ブランチメトリック $B_x$ 及びブランチメトリック $B_y$ を加算したブランチメトリックからパスメトリックを求め、例えば畳み込み符号を用いている場合は、ビタビアルゴリズムに従って復号を行うことで、変調信号Aの受信データRAを得る。

#### 【0071】

同様に、軟判定部518は、信号点情報515、517として図10の候補信号点805、806、807、808の情報を入力すると共に、受信ベースバンド信号R1-2、R2-2を入力する。軟判定部518は、受信ベースバンド信号R1-2、R2-2の両方について候補信号点805、806、807、808を用いて軟判定を行う。例えば、受信ベースバンド信号R1-2で示される受信点が、図10の信号点800とすると、受信信号点800と候補信号点805、806、807、808とのユークリッド距離の2乗を計算することで、ブランチメトリック（これを $B_v$ と呼ぶ）を求める。同様に、受信ベースバンド信号R2-2で示される受信点が、図10の信号点800（但し、実際には受信ベースバンド信号R2-1の受信点と受信ベースバンド信号R2-2の受信点は異なるものとなる）とすると、受信信号点800と候補信号点805、806、807、808とのユークリッド距離の2乗を計算することで、ブランチメトリック（これを $B_w$ と呼ぶ）を求める。

#### 【0072】

そして軟判定部518は、ブランチメトリック $B_v$ 及びブランチメトリック $B_w$ を加算したブランチメトリックからパスメトリックを求め、例えば畳み込み符号を用いている場合は、ビタビアルゴリズムに従って復号を行うことで、変調信号Bの受信データRBを得る。

## 【0073】

次に本実施の形態のマルチアンテナ受信装置120の動作について説明する。マルチアンテナ受信装置120は、2つのアンテナAN1、AN2から同時に送信された2つの変調信号A、Bを2つのアンテナAN3、AN4で受信する。マルチアンテナ受信装置120は、チャンネル変動推定部403-1A、403-1B、403-2A、403-2Bによって、各変調信号A、Bに挿入された既知信号に基づいて、各送信アンテナAN1、AN2と受信アンテナAN3、AN4間でのチャンネル変動を推定する。

## 【0074】

ここで変調信号A、変調信号BがQPSK変調されているとき、多重されて受信された受信信号には、 $4 \times 4 = 16$  点の信号点が存在する。つまり、チャンネル変動推定値に基づいて形成される候補信号点の数も16個となる。

## 【0075】

ここで従来のマルチアンテナ受信装置では、16個の候補信号点と受信点との信号点距離を求め、最も距離の小さい値をとる候補信号点を検出し、この候補信号点で示されるデータを受信データとするようになっている。

## 【0076】

これに対して本実施の形態のマルチアンテナ受信装置120においては、チャンネル変動行列の逆行列演算により各変調信号A、Bを分離する分離部501と、分離された変調信号を軟判定する軟判定部503、506とを設けて、一旦、各変調信号A、Bのデジタル信号(判定値)を得、このデジタル信号を用いて各変調信号A、Bの候補信号点を絞り込む。そして絞り込んだ候補信号点のみを用いて軟判定部により正確な判定を行う。これは、換言すれば、分離部501、軟判定部503、504により変調信号A、Bの仮判定を行い、その仮判定値を用いて候補信号点を絞り込み、絞り込んだ候補信号点のみについて正確なデジタル判定(主判定)を行っていると言うことができる。

## 【0077】

これにより、軟判定部512、518により全ての候補信号点を用いて受信点を判定する場合と比較して、格段に演算量を削減することができる。例えばこの実施の形態では、変調方式としてQPSKを用いているが、多値数が増加するにつれその効果はさらに大きくなる。例えば、変調信号A、Bともに64QAMで変調されているとすると、信号点数を削減しない場合、 $64 \times 64 = 4096$  の候補信号点が存在し、4096個の候補信号点に対しブランチメトリックを求めようとすると非常に大規模な回路が必要となる。

## 【0078】

また逆行列演算のみを用いて受信データを得る場合と比較して、つまり軟判定部503、506の判定結果をそのまま受信データとする場合と比較して、誤り率特性を向上させることができる。特に信号点数削減を行う際、正しい削減を行うと、フルダイバーシチゲインを得ることができ、一段と誤り率特性を向上させることができるようになる。信号点削減のより好適な構成は、以下の実施の形態で説明する。

## 【0079】

かくして本実施の形態によれば、チャンネル変動行列の逆行列演算を用いて分離した各変調信号502、505に基づいて各変調信号502、505を仮判定し、多重化された変調信号の候補信号点数を仮判定結果504、507を用いて削減した後に、削減した候補信号点を用いて正確な判定を行って各変調信号の受信データRA、RBを得るようにしたことにより、少ない演算量で誤り率特性の良い受信データRA、RBを得ることができる。この結果、誤り率特性を維持しつつ、装置構成を簡単化できるマルチアンテナ受信装置及びマルチアンテナ受信方法を実現することができる。

## 【0080】

なお上述した実施の形態では、候補信号点を削減するための各変調信号を分離するにあたって、分離部501によってチャンネル変動行列の逆行列演算を行うようにした場合について述べたが、分離方法は逆行列演算に限らず、例えばMMSSE (Minimum Mean Square Error) アルゴリズムを用いて各変調信号を推定して分離してもよい。



## 【0081】

また上述した実施の形態では、候補信号点を削減するための各変調信号の仮判定を分離部501及び軟判定部503、506により行うようにした場合について述べたが、仮判定の仕方はこれに限らない。回路規模を問題にしない場合には、例えば図11に示すように、変調信号の分離のための逆行列演算を行わずに、仮判定を軟判定部1101により行うようにしてもよい。

## 【0082】

図5との対応部分に同一符号を付して示す図11において、信号処理部1100の軟判定部1101には、ベースバンド信号R1-2、R2-2と、チャネル変動推定値h11、h21、h12、h22とが入力される。軟判定部1101は、変調信号Aのチャネル変動値h11及び変調信号Bのチャネル変動値h21に基づき、図8に示すように、16点の候補信号点801～816を推定する。そして逆拡散後のベースバンド信号R1-2から、図8の受信信号点800を推定し、例えば受信信号点800と16個の候補信号点801～816との各ユークリッド距離の2乗を求め、ブランチメトリックを求める。同様に、軟判定部1101は、変調信号Aのチャネル変動信号h12、h22、逆拡散後のベースバンド信号R2-2からブランチメトリックを求める。そして軟判定部1100は、畳み込み符号を用いている場合、2つのブランチメトリックからパスメトリックを求め、変調信号Aの判定値1102、変調信号Bの判定値1103を出力する。

## 【0083】

## (実施の形態2)

この実施の形態では、実施の形態1と比較して、候補信号点を削減するための仮判定を行う部分の構成をより簡易なものとすることにより、一段と簡易な構成で誤り率特性の良い受信データを得ることができるマルチアンテナ受信装置を提案する。

## 【0084】

図5との対応部分に同一符号を付して示す図12に、本実施の形態のマルチアンテナ受信装置の信号処理部1200の構成を示す。図12の信号処理部1200は、図5の信号処理部404と比較して、分離部501により分離された変調信号Bの推定ベースバンド信号505を判定するための軟判定部506（図5）を省略した構成となっている。そして信号点削減部1201、1202には、軟判定部518により得られた変調信号Bの受信データRBを入力させるようになっている。信号点削減部1201、1202は、軟判定部506（図5）からの判定値507の代わりに、軟判定部518により得られた受信データRBを用いて、実施の形態1で説明したのと同様の方法で候補信号点数を削減する。これにより、軟判定部506を省略した分だけ、全体的な回路構成を簡単化できる。

## 【0085】

次に本実施の形態の信号処理部1200の動作について説明する。信号処理部1200は、先ず軟判定部503によって変調信号Aのみ復号し、その結果を用いて、信号点削減部514、517によって候補信号点を削減し、軟判定部518によって変調信号Bを復号することで、変調信号Bの受信データRBを得る。

## 【0086】

信号処理部1200は、続いて、信号点削減部1201、1202によって変調信号BのデータRBを用いて変調信号Aについての候補信号点を削減し、軟判定部512によって変調信号Aを復号することで、変調信号Aの受信データRAを得る。このように、本実施の形態の信号処理部1200は、変調信号Aと変調信号Bを同時に復号するのではなく、変調信号Aの復号、変調信号Bの復号、変調信号Aの復号のように、交互に復号する。

## 【0087】

かくして本実施の形態によれば、全ての変調信号について仮判定を行い、全ての信号点削減部で仮判定結果を用いて候補信号点を削減するのではなく、ある変調信号についてのみ仮判定を行い、他の変調信号については最終的な判定結果（主判定結果）を用いて候補信号点を削減するようにしたことにより、実施の形態1での効果に加えて、一段と簡易な構成のマルチアンテナ受信装置を実現できるようになる。

**【0088】****(実施の形態3)**

この実施の形態では、候補信号点を削減した後に主判定を行うことにより少ない演算回数で誤り率特性の良い受信データを得ることに加えて、イタレーション（反復）技術を用いることにより、一段と誤り率特性を向上させることができるマルチアンテナ受信装置を提案する。

**【0089】**

図5との対応部分に同一符号を付して示す図13に、本実施の形態のマルチアンテナ受信装置の信号処理部1300の構成を示す。すなわち、信号処理部1300は、図4の信号処理部404に置き換えられてマルチアンテナ受信装置120に用いられる。

**【0090】**

実施の形態1で説明した図5の信号処理部404と、本実施の形態の信号処理部1300の異なる点は、信号点削減部1301、1302が軟判定部506からの判定値507に加えて軟判定部518からの受信データRBを入力している点、および、信号点削減部1303、1304が軟判定部503からの判定値504に加えて軟判定部512からの受信データRAを入力している点である。

**【0091】**

これにより、信号点削減部1301～1304では、実施の形態1の信号点削減部508、510、514、516と比較して、正しい信号点削減を行う確率を高めることができるようになる。この結果、最終的に得られる受信データRA、RBの誤り率特性を一段と向上させることができる。

**【0092】**

次に図14を用いて本実施の形態の信号処理部1300の動作について説明する。図14に示すように、信号処理部1300では、変調信号A、Bの軟判定及び復号を並列に行う。そして変調信号Aの信号点削減は、変調信号Bの軟判定により得られる変調信号Bの受信データRBを用いて行う。逆に、変調信号Bの信号点削減は、変調信号Aの軟判定により得られる変調信号Aの受信データRAを用いて行う。そして変調信号A、Bそれぞれの軟判定（主判定）を行うことで変調信号A、Bの受信データRA、RBを得るようになっている。さらに、得られた変調信号A、Bの受信データRA、RBを用いて反復して信号点削減、軟判定（主判定）を行っていく。

**【0093】**

具体的に説明する。一度目の軟判定及び復号の動作については、実施の形態1で説明した図5の信号処理部404の動作と同様である。すなわち軟判定部503、504により得た仮判定値（判定値504、507）に基づいて信号点削減を行う。これに対して、二度目以降の軟判定及び復号は、軟判定部512、518により得られた受信データRA、RBを用いて行う。

**【0094】**

信号処理部1300は、変調信号Aに関して、ステップST1Aで示す一度目の軟判定処理において、信号点削減部1301、1302が、それぞれ、変調信号Bの軟判定値507を用いて変調信号Bで送信された2ビットを推定し、図8の16個の候補信号点を図9の4個の信号点に削減し、その信号点情報（4個の信号点）509、511を軟判定部512に送出し、軟判定部512が信号点情報509、511を使って受信データRAを得る。

**【0095】**

同様に、信号処理部1300は、変調信号Bに関して、ステップST1Bで示す一度目の軟判定処理において、信号点削減部1303、1304が、それぞれ、変調信号Aの軟判定値504を用いて変調信号Aで送信された2ビットを推定し、図8の16個の候補信号点を図10の4個の信号点に削減し、その信号点情報（4個の信号点）515、517を軟判定部518に送出し、軟判定部518が信号点情報515、517を使って受信データRBを得る。



## 【0096】

信号処理部1300は、変調信号Aに関して、ステップST2A、ST3Aで示す二度目の軟判定処理において、信号点削減部1301、1302が、それぞれ、ステップST1Bで得られた受信データRBを用いて変調信号Bで送信された2ビットを推定し、図8の16個の候補信号点を図9の4個の信号点に削減し（ステップST2A）、その信号点情報（4個の信号点）509、511を軟判定部512に送出し、軟判定部512が信号点情報509、511を使って受信データRAを得る（ステップST3A）。

## 【0097】

同様に、信号処理部1300は、変調信号Bに関して、ステップST2B、ST3Bで示す二度目の軟判定処理において、信号点削減部1303、1304が、それぞれ、ステップST1Aで得られた受信データRAを用いて変調信号Aで送信された2ビットを推定し、図8の16個の候補信号点を図10の4個の信号点に削減し（ステップST2B）、その信号点情報（4個の信号点）515、517を軟判定部518に送出し、軟判定部518が信号点情報515、517を使って受信データRBを得る（ステップST3B）。

## 【0098】

信号処理部1300は、変調信号Aに関して、ステップST4A、ST5Aで示す三度目の軟判定処理において、信号点削減部1301、1302が、それぞれ、ステップST3Bで得られた受信データRBを用いて変調信号Bで送信された2ビットを推定し、図8の16個の候補信号点を図9の4個の信号点に削減し（ステップST4A）、その信号点情報（4個の信号点）509、511を軟判定部512に送出し、軟判定部512が信号点情報509、511を使って受信データRAを得る（ステップST5A）。

## 【0099】

同様に、信号処理部1300は、変調信号Bに関して、ステップST4B、ST5Bで示す三度目の軟判定処理において、信号点削減部1303、1304が、それぞれ、ステップST3Aで得られた受信データRAを用いて変調信号Aで送信された2ビットを推定し、図8の16個の候補信号点を図10の4個の信号点に削減し（ステップST4B）、その信号点情報（4個の信号点）515、517を軟判定部518に送出し、軟判定部518が信号点情報515、517を使って受信データRBを得る（ステップST5B）。

## 【0100】

このように信号処理部1300においては、二度以降の信号点削減を、前回の動作が完了した後の他方の変調信号の受信データRA、RBを使って行うようになっている。

## 【0101】

そして軟判定部512、518は、それぞれ、一度目の軟判定、復号を行ったら、一度目の受信データRA、RBを出力する。次に、二度目の軟判定、復号を行ったら、一度目の受信データRA、RBに代えて、二度目の受信データRA、RBを出力する。すなわちn度目の軟判定、復号を行ったら、n-1度目の受信データRA、RBに代えて、n度目の軟判定復号結果である受信データRA、RBを出力する。

## 【0102】

このように、候補信号点を削減するにあたって、他の変調信号の誤り訂正復号後のデータ（軟判定部512、518で誤り訂正復号処理を行っているものとする）を用いてイタレーション（反復）処理を行うようにしたので、正しい候補信号点を残すことができる確率を高めることができるようになり、受信データRA、RBの誤り率特性を一段と向上させることができる。

## 【0103】

図16に、本実施の形態での復号の処理手順のイメージを示す。変調信号A、変調信号Bの1フレームは複数のシンボルで構成されている。はじめに1フレーム分の一度目の誤り訂正を行う。そして、一度目の誤り訂正結果を反映して状態数削減を行い、二度目の1フレーム分の誤り訂正を行う。このように、n-1の誤り訂正結果を反映して状態数削減を行った後、n度目の1フレーム分の誤り訂正を行う。

## 【0104】

図15に、本実施の形態の信号処理部1300を用いた場合の受信特性（キャリアパワー帯雑音電力比（C/N）とビットエラーレートの関係）のシミュレーション結果を示す。この図からも明らかなように、変調信号A、Bともに、反復復号の回数が増えるにつれ、受信品質が向上する。但し、回数を多くすればよいというわけではなく、ある程度の回数で受信品質の改善効果は飽和する。また変調信号A、Bの受信品質は、変調方式が同じ場合、同じである。

#### 【0105】

かくして本実施の形態によれば、候補信号点を削減するにあたって、誤り訂正復号後（主判定後の）の他の変調信号のデータRA、RBを用い、かつイタレーション処理を行って最終的な受信データRA、RBを得るようにしたことにより、実施の形態1と比較して、一段と誤り率特性の向上した受信データRA、RBを得ることができるようになる。

#### 【0106】

なおこの実施の形態では、候補信号点を削減するための各変調信号の仮判定を分離部501及び軟判定部503、506により行うようにした場合について述べたが、仮判定の仕方はこれに限らず、回路規模を問題にしない場合には、例えば図17に示すように、変調信号の分離のための逆行列演算を行わずに、仮判定を軟判定部1705により行うようにしてもよい。

#### 【0107】

図13との対応部分に同一符号を付して示す図17において、信号処理部1700の軟判定部1705には、ベースバンド信号R1-2、R2-2と、チャネル変動推定値h11、h21、h12、h22とが入力される。軟判定部1705は、変調信号Aのチャネル変動値h11及び変調信号Bのチャネル変動値h21に基づき、図8に示すように、16点の候補信号点801～816を推定する。そして逆拡散後のベースバンド信号R1-2から、図8の受信信号点800を推定し、例えば受信信号点800と16個の候補信号点801～816との各ユークリッド距離の2乗を求め、ブランチメトリックを求める。同様に、軟判定部1705は、変調信号Aのチャネル変動信号h12、h22、逆拡散後のベースバンド信号R2-2からブランチメトリックを求める。そして軟判定部1100は、畳み込み符号を用いている場合、2つのブランチメトリックからパスメトリックを求め、変調信号Aの判定値1706を信号点判定部1701、1702に送出すると共に、変調信号Bの判定値1707を信号点判定部1703、1704に送出する。

#### 【0108】

ここで図13の信号処理部1300と図17の信号処理部1700とを比較した場合、信号処理部1700は、軟判定部1705で16個の候補信号点について判定を行うことになるため、ブランチメトリック、パスメトリックの回路規模が増大し、信号処理部1300よりも全体的な回路規模が大きくなる欠点がある。特に、QPSKの場合、16点であるが、64QAMとなると4096個の信号点が存在するので、変調多値数が増大するにしたがって現実性がなくなる。

#### 【0109】

しかし、軟判定部1705では、分離部501と軟判定部503、506を用いた場合よりも精度の良い判定値を得ることができるので、イタレーションを行う場合の反復回数が少なくても、誤り率特性の良い受信データRA、RBを得ることができるという利点がある。

#### 【0110】

##### （実施の形態4）

この実施の形態の特徴は、実施の形態3では各変調信号を並行して軟判定復号し、他の変調信号の軟判定復号結果を用いて自変調信号の候補信号点を削減したのに対して、各変調信号を交互に軟判定復号し、他の変調信号の軟判定復号結果を用いて自変調信号の候補信号点を削減する点である。これにより、信号点削除にイタレーション技術を採用するにあたっての演算回数を低減できるので、回路構成を一段と簡単化できるようになる。

#### 【0111】

図13との対応部分に同一符号を付して示す図18に、本実施の形態のマルチアンテナ受信装置の信号処理部の構成を示す。信号処理部1800は、実施の形態3で説明した図13の信号処理部1300と比較して、軟判定部506を省略した構成となっている。

#### 【0112】

また実施の形態2で説明した図12の信号処理部1200と比較すると、信号処理部1200にイタレーション処理を追加した構成となっている。

#### 【0113】

信号処理部1800において、変調信号Bについての信号点削減部1803、1804は、実施の形態3と同様に軟判定部503により得られた判定値504と軟判定部512により得られた誤り訂正復号後の受信データRAの両方を用いて候補信号点を削減するが、変調信号Aについての信号点削減部1801、1802は、軟判定部518により得られた誤り訂正復号後の受信データRBのみを用いて候補信号点を削減するようになっている。このように本実施の形態の信号処理部1800は、軟判定部506を省略した分だけ、実施の形態3の信号処理部1300よりも全体的な回路構成を簡単化できるようになっている。

#### 【0114】

次に図19を用いながら本実施の形態の信号処理部1800の動作について説明する。信号処理部1800は、実施の形態3の信号処理部1300が変調信号A、Bの軟判定及び復号を並列に行ったのに対して、一度目の軟判定復号は変調信号Aのみ行い、二度目の軟判定復号は変調信号Bのみ行い、三度目の軟判定復号は変調信号Aのみ行うといったように、変調信号Aと変調信号Bの軟判定復号を交互に行う。

#### 【0115】

具体的に説明する。信号処理部1800は、最初に、軟判定部503によって変調信号Aのみ軟判定復号し（ステップST10A）、その結果を用いて信号点削減部1803、1804によって候補信号点を削減し（ステップST10B）、軟判定部518によって変調信号Bを軟判定復号する（ステップST11B）ことにより、変調信号Bの受信データRBを得る。次に信号処理部1800は、信号点削減部1801、1802によって変調信号Bの受信データRBを用いて候補信号点を削減し（ステップST11A）、軟判定部512によって変調信号Aの軟判定復号を再度行う（ステップST12A）ことにより、変調信号Aの受信データRAを得る。以下同様に、他方の軟判定復号結果を用いて候補信号点を削減しながら、変調信号Aの軟判定復号と変調信号Bの軟判定復号を交互に繰り返す。

#### 【0116】

図20に、本実施の形態の信号処理部1800を用いた場合の受信特性（キャリアパワー帯雑音電力比（C/N）とビットエラーレートの関係）のシミュレーション結果を示す。この図からも分かるように、軟判定復号を各変調信号で交互に行った場合でも、軟判定復号を各変調信号で並行に行った場合（図15）と同様の誤り率特性の良い受信データを得ることができる。また変調信号A、Bともに、反復復号の回数が増えるにつれ、受信品質が向上するが、単純に回数を多くすればよいというわけではなく、ある程度の回数で受信品質の改善効果は飽和する。

#### 【0117】

かくして本実施の形態によれば、他の変調信号の軟判定復号結果を用いて自変調信号の候補信号点を削減といった処理を、各変調信号について交互に行うようにしたことにより、実施の形態3の効果に加えて、復号の回数が半分となるため、一段と回路規模を削減することができるようになる。

#### 【0118】

##### （実施の形態5）

この実施の形態では、上述した実施の形態1～4に加えて、さらに各アンテナから受信品質の異なる変調信号を送信することを提案する。

#### 【0119】

図 21 にその一例を示す。図 21 は、図 12 及び図 18 の構成を考慮し、変調信号 A の変調方式を QPSK、変調信号 B の変調方式を 16QAM としたときの I-Q 平面における信号点配置の一例を示している。図 22 に、QPSK、16QAM のそれぞれのキャリアパワー対雑音電力比とビットエラーレートの関係を示す。

#### 【0120】

ここで、図 12 や図 18 の構成を採ったとき、変調信号 A の変調方式を QPSK、変調信号 B の変調方式を 16QAM とした場合、図 22 に示すように、一度目の軟判定において、変調信号 A の変調方式が QPSK であるため良好な受信品質となり（16QAM と比較し）、軟判定部 503 によって良好な受信品質の変調信号 A の判定値 504（デジタル信号）が得られる。

#### 【0121】

そして、得られた変調信号 A のデジタル信号の判定値が正確であるため、信号点削減時に間違った信号点削減を行う可能性が低くなり、軟判定部 518 によって変調信号 B の軟判定復号を行った際に得られる変調信号 B の受信データ RB の誤り率特性が向上する。ここで、伝送速度のことを考慮すると、変調信号 B の変調方式は QPSK より変調多値数の多い、例えば 16QAM（64QAM でもよい）とするとよい。これにより、受信品質と伝送速度の向上の両立を図ることができる。

#### 【0122】

このように、変調信号 A の変調多値数を変調信号 B の変調多値数よりも少なくし、変調信号 A の受信品質を確保することで、良好な信号点削減を行うことができるようになり、この結果、変調信号 B の受信品質も確保することができるようになる。これにより、受信品質の向上と伝送速度の向上の両立を図ることができる。

#### 【0123】

つまり、最初の仮判定に用いられる変調信号の受信品質を良くすれば、信号点削減の引き込みが的確なものとなるので、その後の主判定で良い判定結果をもたらすことができる。

#### 【0124】

また反復復号（イタレーション）を行う場合には、イタレーションの回数を減らすことにもつながり、回路規模を削減することができる。

#### 【0125】

さらに変調信号 A と変調信号 B の符号化率を異なるように設定することでも同様の効果を得ることができる。例えば、変調信号 A の符号化率を  $1/4$ 、変調信号 B の符号化率を  $3/4$  とする。すると、変調信号 A の受信品質が良いため、信号点削減が正しく行われる可能性が高くなり、変調信号 B の受信品質も向上する。

#### 【0126】

さらに変調信号 A と変調信号 B の拡散符号長を異なるようにすることでも同様の効果を得ることができる。例えば変調信号 A の拡散符号長を、変調信号 B の拡散符号長よりも長くすればよい。

#### 【0127】

かくして本実施の形態によれば、実施の形態 1～4 の構成に加えて、各変調信号の受信品質が異なるように、変調方式、符号化率、拡散率等を各変調信号間で変えるようにしたことにより、実施の形態 1～4 の効果に加えて、誤り率特性の向上と伝送速度の向上を両立させることができるようになる。

#### 【0128】

（実施の形態 6）

この実施の形態では、各アンテナから送信する変調信号のインターリーブパターンを各変調信号間で異なるようにするマルチアンテナ送信装置を提案する。

#### 【0129】

図 2 との対応部分に同一符号を付して示す図 23 に、本実施の形態のマルチアンテナ送信装置の構成を示す。マルチアンテナ送信装置 2300 は、符号化部 201A と変調部 2

02Aとの間にインターリーブ部2301Aを設けたことと、符号化部201Bと変調部202Bとの間にインターリーブ部2301Bを設けたことを除いて、実施の形態1で説明した図2のマルチアンテナ送信装置110と同様の構成でなる。

#### 【0130】

インターリーブ部2301Aは、符号化されたデジタル信号S1Aを入力とし、順番の入れ替えを行い、インターリーブ後のデジタル信号S10Aを変調部202Aに送出する。同様に、インターリーブ部2301Bは、符号化されたデジタル信号S1Bを入力とし、順番の入れ替えを行い、インターリーブ後のデジタル信号S10Bを変調部202Bに送出する。

#### 【0131】

なおこのように送信装置側でインターリーブ処理を行うと、受信側でデインターリーブ処理を行う必要がある。例えば図5の信号処理部404を例にとると、軟判定部512、518の前にデインターリーブ部を設ければよい。図24に、そのときの構成の一例を示す。デインターリーブ部2401は、信号点情報509、511(515、517)、ベースバンド信号R1-2、R2-2を入力とし、送信側で入れ替えられた順番を元に戻し、デインターリーブ後の信号点情報2402、デインターリーブ後のベースバンド信号2403を軟判定部512(518)に送出する。軟判定部512(518)はデインターリーブ後の信号点情報2402を使ってデインターリーブ後のベースバンド信号2403の軟判定値を求め、復号することで、受信データRA(RB)を得る。

#### 【0132】

次に、インターリーブパターン(送信信号の入れ替えの順番)について詳しく説明する。本実施の形態で最も重要な点は、変調信号Aのためのインターリーブパターンと、変調信号Bのためのインターリーブパターンを異なるようにしたことである。これにより、受信側での誤り率特性を向上させることができる。特に、変調信号Aのインターリーブパターンと変調信号Bのためのインターリーブパターンが無相関に近くなるようにインターリーブパターンを選定することにより、受信品質を非常に良くすることができる。この点について詳しく説明する。

#### 【0133】

図25は、変調信号Aと変調信号Bのインターリーブパターンが同一の場合のシンボルの状態の一例を示している。図5の軟判定部503において、変調信号Aの復号を行い、その結果、図25(A)のように誤った判定を行ったシンボルが5シンボル連続に発生したものとする。因みに、畳み込み符号などを用いたとき、連続して誤りが発生するのが一般的である。すると、信号点数削減部514、516において、信号点数の削減を行った際、図25(B)のように、5シンボル連続して、信号点削減による信号点選択に誤りが生じることになる。この結果、軟判定部518によって変調信号Bの復号を行うと効果的に受信品質が向上しない。これは、誤り訂正符号は、連続的な誤りを訂正する能力が低いためである。

#### 【0134】

次に、本実施の形態のように、送信側で、変調信号Aのためのインターリーブパターンと、変調信号Bのためのインターリーブパターンを異なるようにした場合について説明する。この場合、信号点削減を行った際、図26のようなシンボルの状態となる。図5の軟判定部503において、変調信号Aの復号を行い、その結果、図26(A)のように誤った判定を行ったシンボルが5シンボル連続に発生したものとする。すると、信号点数削減部514、516において、信号点数の削減を行った際、図25(B)と異なり、変調信号Aのインターリーブパターンと変調信号Bのインターリーブパターンが異なるため、デインターリーブにより、図26(B)のように、信号点削減による信号点選択の誤りは、離散的に生じることになる。すなわち、図25(B)のように、連続して信号点削減による信号点選択の誤りが発生しない。これにより、軟判定部518によって変調信号Bの復号を行うと効果的に受信品質が向上する。これは、誤り訂正符号は、離散的な誤りを訂正する能力が高いためである。

**【0135】**

この作用及び効果は、イタレーション技術を用いた構成の場合も同様である。

**【0136】**

以上の動作を、変調信号Aを変調信号Bに、変調信号Bを変調信号Aに置き換えて、動作させても同様の作用効果が得られ、これにより、変調信号Aの復号の受信品質も効果的に向上する。

**【0137】**

かくして本実施の形態によれば、各アンテナから送信する変調信号のインターリーブパターンを変調信号間で異なるものとしたことにより、受信側での復号の際、バーストエラーの影響を軽減して、誤り率特性の良い受信データを得ることができるマルチアンテナ送信装置を実現できる。

**【0138】**

特に、実施の形態1～4のように信号点削減部を有するマルチアンテナ受信装置に変調信号を送信するマルチアンテナ送信装置に適用して好適である。

**【0139】**

(実施の形態7)

この実施の形態では、上述した実施の形態の特徴をマルチキャリア通信に適用した場合について説明する。特に、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式を用いた場合について説明する。

**【0140】**

図2との対応部分に同一符号を付して示す図27に、本実施の形態のマルチアンテナ送信装置の構成を示す。マルチアンテナ送信装置2700は、図2のマルチアンテナ送信装置110と比較して、拡散部203A、203Bに換えて、変調部202A、202Bから出力されたベースバンド信号S2A、S2Bをシリアルパラレル変換するシリアルパラレル変換部(S/P)2701A、2701Bと、パラレル信号S20A、S20Bを逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部(idft)2702A、2702Bとを有することを除いて図2のマルチアンテナ送信装置110と同様の構成でなる。

**【0141】**

図28に、マルチアンテナ送信装置2700から送信されるOFDM信号の時間一周波数軸におけるフレーム構成を示す。この図では、一例としてOFDM信号がキャリア1からキャリア5で構成され、同一時刻のシンボルを同時に送信する場合を示している。なお図中の斜線で示した部分はパイロットシンボル(既知信号)であり、受信装置で伝搬環境(チャネル変動)を推定するためのシンボルである。因みに、ここではパイロットシンボルとよんでいるが、プリアンブルなど異なる呼び方をしてもよい。また空白で示した部分はデータシンボルである。

**【0142】**

データシンボルの符号化の方法として、周波数軸方向に符号化する方法、時間軸方向に符号化する方法の2種類がある。時間軸方向に符号化した場合、図3のフレーム構成のキャリアが複数(図28では5キャリア)存在するのと同様である。OFDM方式を用いたときの一つの特徴は、周波数軸方向に符号化ができるということである。

**【0143】**

図29に、本実施の形態のマルチアンテナ送信装置の別の構成を示す。この構成は、実施の形態6での異なるインターリーブパターンを用いたマルチアンテナ送信方法を、マルチキャリア送信に適用したものである。実施の形態6で説明した図23との対応部分に同一符号を付して示す図29において、マルチアンテナ送信装置2900は、拡散部203A、203Bに換えて、変調部202A、202Bから出力されたベースバンド信号S2A、S2Bをシリアルパラレル変換するシリアルパラレル変換部(S/P)2701A、2701Bと、パラレル信号S20A、S20Bを逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部(idft)2702A、2702Bとを有することを除いて図23のマルチアンテナ送信装置2300と同様の構成でなる。

## 【0144】

なおこのように、実施の形態6の特徴をOFDM送信に適用した場合のインターリーブパターンの選定の仕方として、例えばインターリーブ部2301Aのインターリーブパターンを、周波数の低いサブキャリアから周波数の高いサブキャリアへとデータを並べ替えて配置するものとし、インターリーブ部2301Bのインターリーブパターンを、周波数の高いサブキャリアから周波数の低いサブキャリアへとデータを並べ替えて配置するものとすることを提案する。

## 【0145】

例えば図28の例において、インターリーブ部2301Aが変調信号Aについてのデータを、サブキャリア5、サブキャリア3、サブキャリア1、サブキャリア4、サブキャリア2の順序で配列し、インターリーブ部2301Bが変調信号Bについてのデータをサブキャリア1、サブキャリア3、サブキャリア5、サブキャリア2、サブキャリア4の順序で配列する。このようにすれば、周波数方向でのインターリーブパターンを無相関に近づけることができるので、2つのOFDM変調信号の両方がバースト的に誤る確率を低くすることができる。

## 【0146】

図4との対応部分に同一符号を付して示す図30に、本実施の形態のマルチアンテナ受信装置の構成を示す。マルチアンテナ受信装置3000は、実施の形態1で説明した図4のマルチアンテナ受信装置120と比較して、逆拡散部402-1、402-2に換えて、フーリエ変換部(dft)3001-1、3001-2を有することを除いて図4と同様の構成となる。

## 【0147】

フーリエ変換部3001-1は、ベースバンド信号R1-1に対してフーリエ変換処理を施し、フーリエ変換後の信号R1-2を変調信号Aのチャネル変動推定部403-1A、変調信号Bのチャネル変動推定部403-1B及び信号処理部404に送出する。

## 【0148】

同様に、フーリエ変換部3001-2は、ベースバンド信号R2-1に対してフーリエ変換処理を施し、フーリエ変換後の信号R2-2を変調信号Aのチャネル変動推定部403-2A、変調信号Bのチャネル変動推定部403-2B及び信号処理部404に送出する。

## 【0149】

各チャネル変動推定部403-1A、403-1B、403-2A、403-2Bでは、図28に示すように各サブキャリアに配置されたパイロットシンボルを用いて、各サブキャリアについてのチャネル変動を推定する。このようにチャネル変動推定部403-1A、403-1B、403-2A、403-2Bによって、チャネル毎、サブキャリア毎のチャネル変動推定値が得られる。すなわちチャネル変動推定値h11、h21、h12、h22は、サブキャリア1～サブキャリア2それぞれのチャネル変動推定値を含む。

## 【0150】

ここで信号処理部404は、フーリエ変換後の信号R1-2、R2-2、変調信号Aのチャネル変動信号群h11、h12、変調信号Bのチャネル変動信号群h21、h22を入力とし、これをチャネル変動信号群h11、h12、h21、h22を用いてフーリエ変換後の信号R1-2、R2-2を判定することにより、変調信号Aの受信データRA、変調信号Bの受信データRBを得る。

## 【0151】

信号処理部404の信号処理の流れは、上述した実施の形態1～4と同様である。例えば、分離部501は、変調信号Aのチャネル変動推定群h11、h12、変調信号Bのチャネル変動推定群h21、h22、フーリエ変換後の信号R1-2、R2-2を入力とし、逆行列演算を施し、図28の周波数-時間軸におけるフレーム構成の符号化されている順番にしたがって、変調信号Aの推定ベースバンド信号502、変調信号Bの推定ベースバンド信号505を出力する。



## 【0152】

軟判定部1101についても同様で、軟判定部1101は、変調信号Aのチャネル変動推定群h11、h12、変調信号Bのチャネル変動推定群h21、h22、フーリエ変換後の信号R1-2、R2-2を入力とし、図28の周波数-時間軸におけるフレーム構成の符号化されている順番にしたがって、変調信号A、Bの軟判定を行い、変調信号Aの軟判定値1102、変調信号Bの軟判定値1103を出力する。

## 【0153】

(他の実施の形態)

なお上述した実施の形態では、軟判定を行うことによりデジタル信号を得る場合について述べたが、本発明はこれに限らず、硬判定を得ることによりデジタル信号を得る場合についても適用でき、この場合でも少ない演算回数で誤り率特性の良い受信データを得ることができる。

## 【0154】

また上述した実施の形態では、分離部501や、軟判定部503、506、1101で仮判定した判定値全てを信号点削減処理に用いるようにした場合について述べたが、一部の仮判定値はそのまま最終的な受信データとして用いるようにしてもよい。例えばそれほど高い受信品質が求められないデータなどは、軟判定部512、518による主判定を行わずにそのまま出力することが考えられる。

## 【0155】

さらに上述した実施の形態では、主にスペクトル拡散通信方式を例に説明したが、これに限ったものではなく、例えば、拡散部を有しないシングルキャリア方式、OFDM方式においても同様に実施することができる。シングルキャリア方式の場合、拡散部、逆拡散部を有しない構成となる。マルチキャリア方式とスペクトル拡散通信方式を併用した場合(例えばOFDM-CDMA方式)についても同様に実施することができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0156】

本発明は、MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 技術等を用いて高速データ通信を図ったマルチアンテナ通信システムに適用して好適である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0157】

【図1】 マルチアンテナ通信システムの概略構成を示す図

【図2】 マルチアンテナ送信装置の構成を示すブロック図

【図3】 ベースバンド信号のフレーム構成例を示す図

【図4】 マルチアンテナ受信装置の全体構成を示すブロック図

【図5】 実施の形態1によるマルチアンテナ受信装置の信号処理部の構成を示すブロック図

【図6】 軟判定部503 (506) の構成を示すブロック図

【図7】 軟判定部503 (506) の処理の説明に供する図

【図8】 多重化された変調信号Aと変調信号Bの候補信号点と受信点を示す図

【図9】 変調信号Aについての削減された候補信号点と受信点とを示す図

【図10】 変調信号Bについての削減された候補信号点と受信点とを示す図

【図11】 実施の形態1のマルチアンテナ受信装置に用いる信号処理部の他の構成例を示すブロック図

【図12】 実施の形態2によるマルチアンテナ受信装置の信号処理部の構成を示すブロック図

【図13】 実施の形態3によるマルチアンテナ受信装置の信号処理部の構成を示すブロック図

【図14】 実施の形態3によるイタレーション動作の説明に供する図

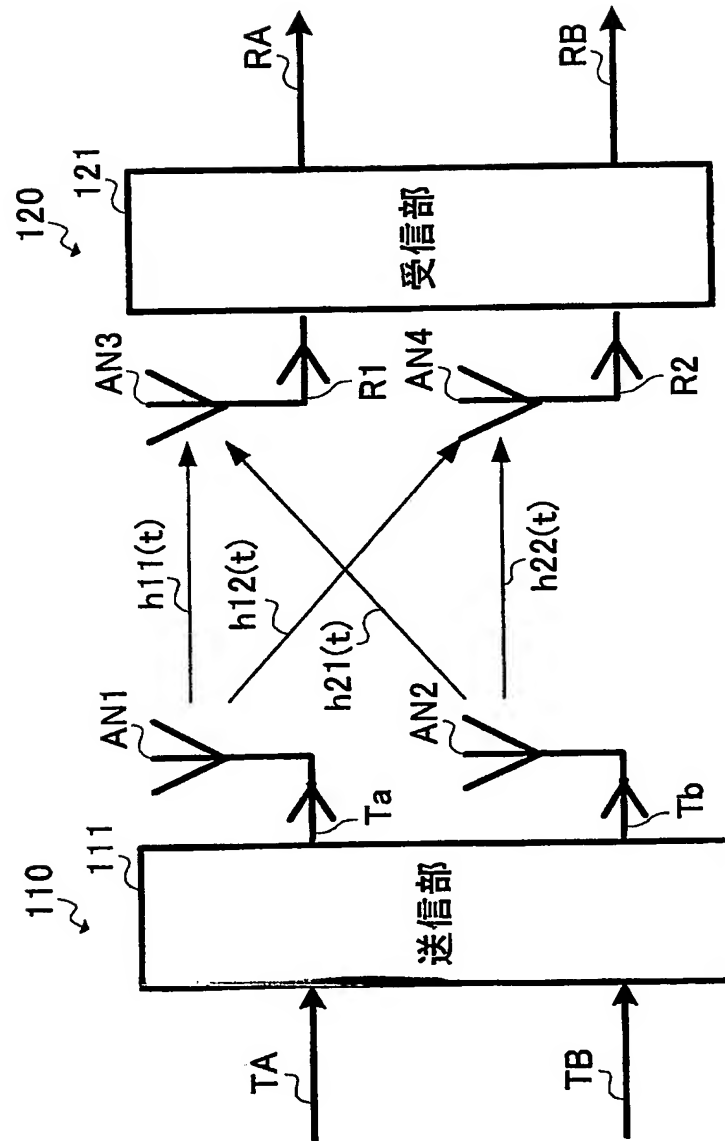
【図15】 実施の形態3のマルチアンテナ受信装置のシミュレーション結果を示す特性曲線図



- 【図16】実施の形態3での復号手順のイメージを示す図  
【図17】実施の形態3のマルチアンテナ受信装置に用いる信号処理部の他の構成例を示すブロック図  
【図18】実施の形態4によるマルチアンテナ受信装置の信号処理部の構成を示すブロック図  
【図19】実施の形態4によるイタレーション動作の説明に供する図  
【図20】実施の形態4のマルチアンテナ受信装置のシミュレーション結果を示す特性曲線図  
【図21】実施の形態5での各変調信号の信号点配置例を示す図  
【図22】QPSKと16QAMの受信品質を示す特性曲線図  
【図23】実施の形態6のマルチアンテナ送信装置の構成を示すブロック図  
【図24】デインターリーブ部の処理の説明に供するブロック図  
【図25】変調信号Aと変調信号Bのインターリーブパターンが同一の場合のシンボルの状態の一例を示す図  
【図26】実施の形態6の方法を適用して、変調信号Aのためのインターリーブパターンと、変調信号Bのためのインターリーブパターンを異なるようにした場合のシンボルの状態の一例を示す図  
【図27】実施の形態7のマルチアンテナ送信装置の構成を示すブロック図  
【図28】実施の形態7の各変調信号のフレーム構成例を示す図  
【図29】実施の形態7のマルチアンテナ送信装置の他の構成を示すブロック図  
【図30】実施の形態7のマルチアンテナ受信装置の構成を示すブロック図  
【図31】一般的なマルチアンテナ通信システムの概略構成を示す図
- 【符号の説明】
- 【0158】
- 100 マルチアンテナ通信システム  
110、2300、2700 マルチアンテナ送信装置  
120、3000 マルチアンテナ受信装置  
201A、201B 符号化部  
202A、202B 変調部  
203A、203B 拡散部  
403-1A、403-1B、403-2A、403-2B チャンネル変動推定部  
404、1100、1200、1300、1700、1800 信号処理部  
501 分離部  
503、506、512、518、1101、1705 軟判定部  
504、507、1102、1103、1706、1707 判定値  
508、510、514、516、1201、1202、1301~1304、1701~1704、1801~1804 信号点削減部  
509、511、515、517 信号点情報  
701、800 受信点  
2301A、2301B インターリーブ部  
2702A、2702B 逆フーリエ変換部 (idft)  
AN1~AN4 アンテナ  
TA、TB 送信デジタル信号  
Ta、Tb 変調信号  
h11、h12、h21、h22 チャンネル変動推定値  
R1-2、R2-2 ベースバンド信号  
RA、RB 受信データ

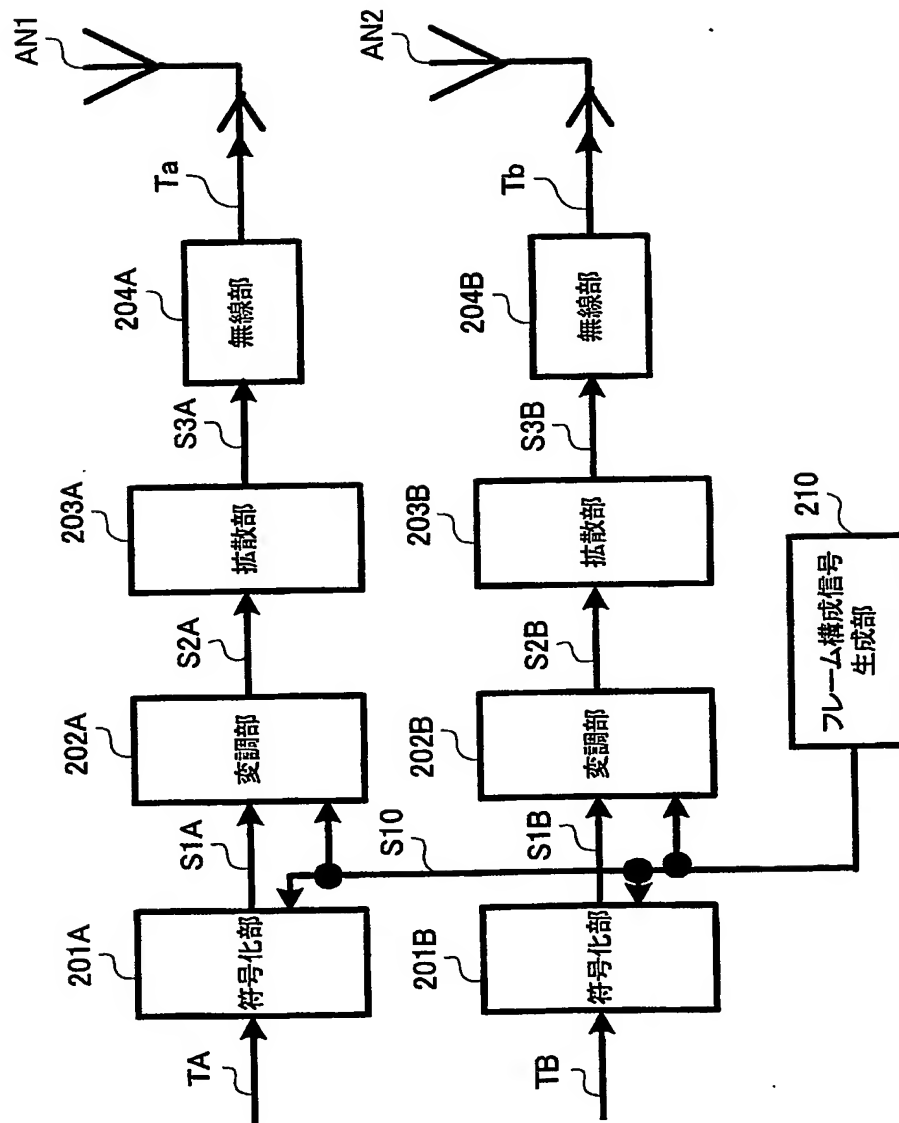
【書類名】 図面  
【図 1】

100 マルチアンテナ通信システム

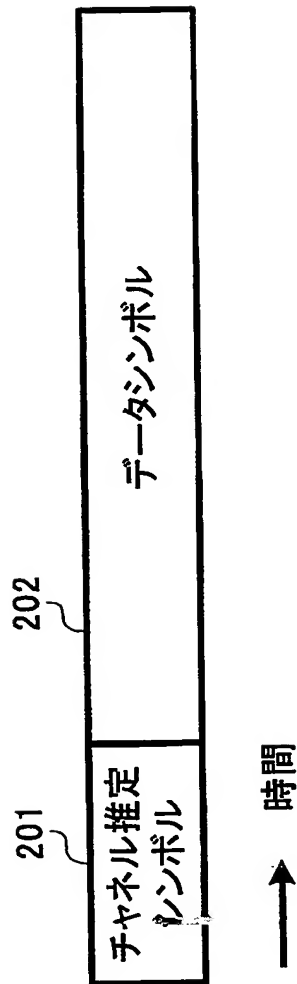


【図 2】

110 マルチアンテナ送信装置

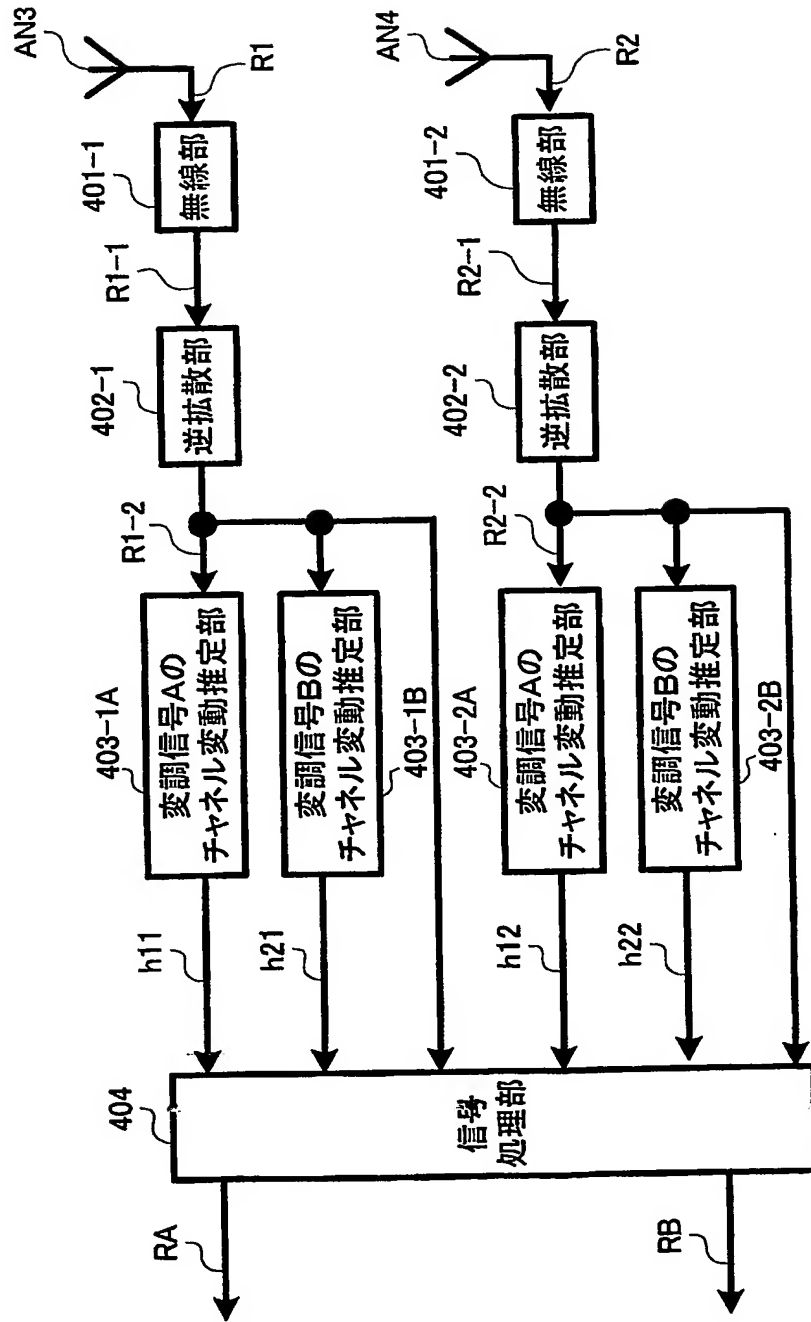


【図 3】

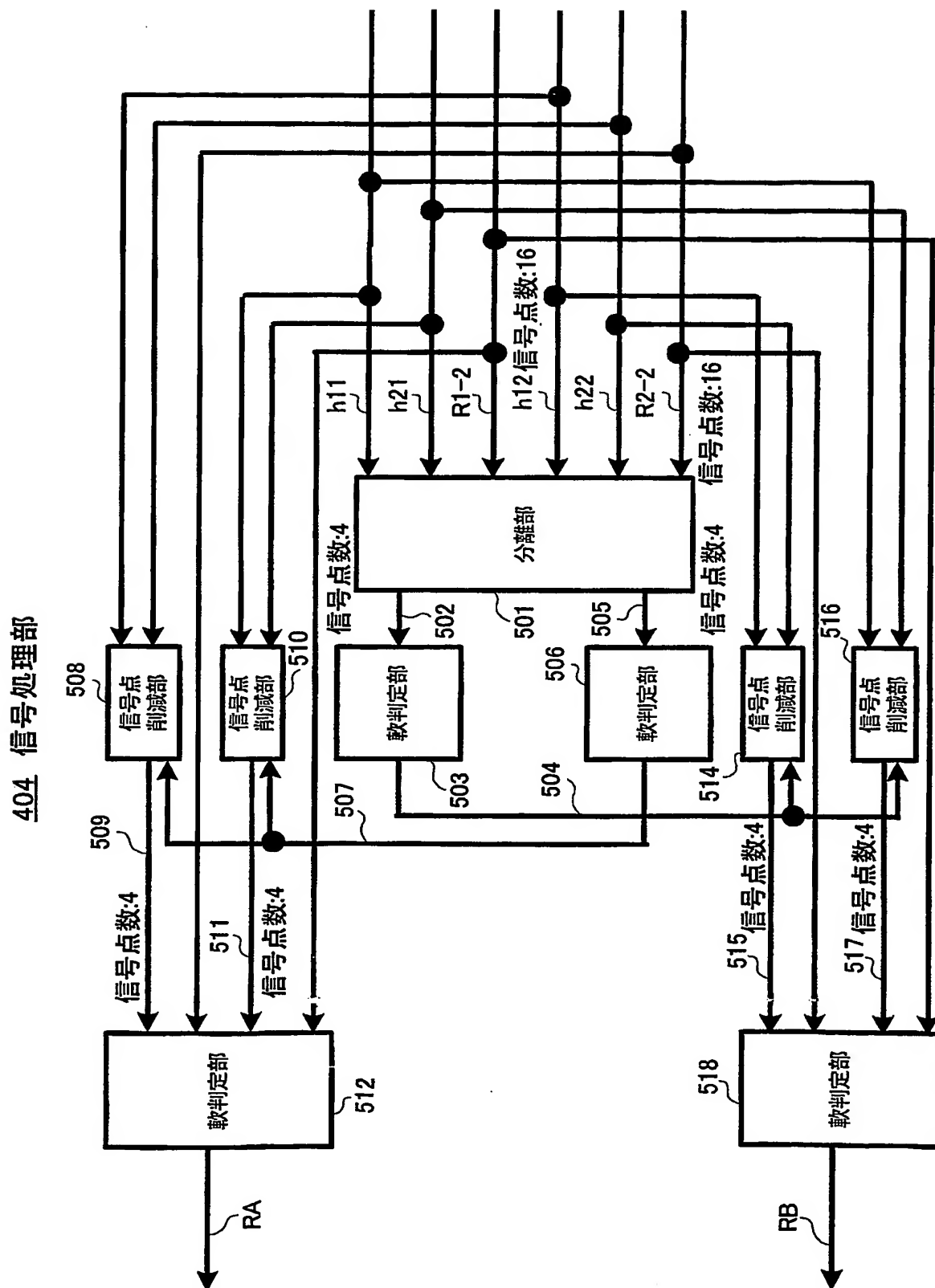


【図 4】

120 マルチアンテナ受信装置

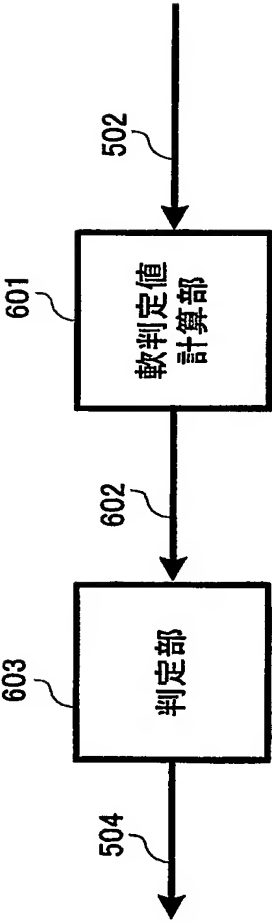


【図 5】

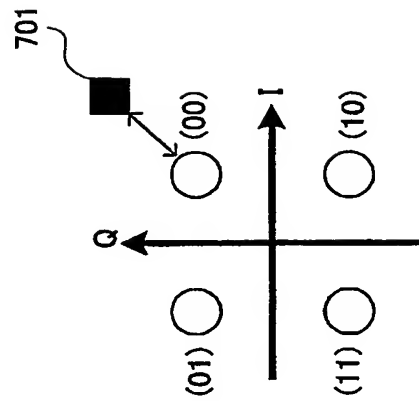


【図 6】

503 軟判定部

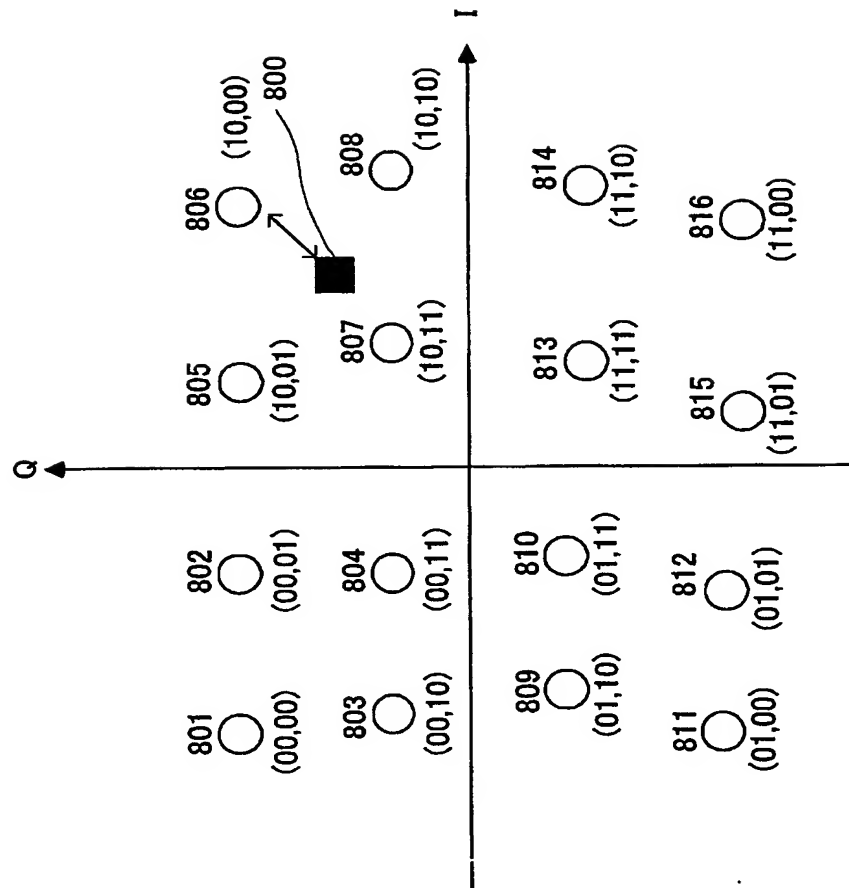


【図 7】

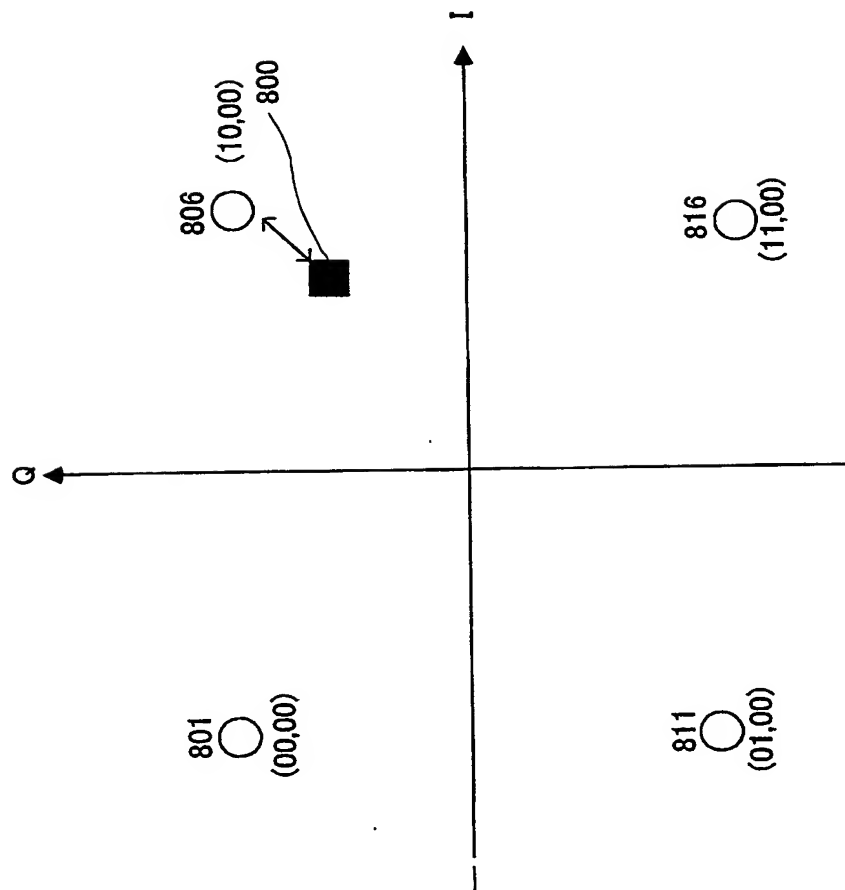




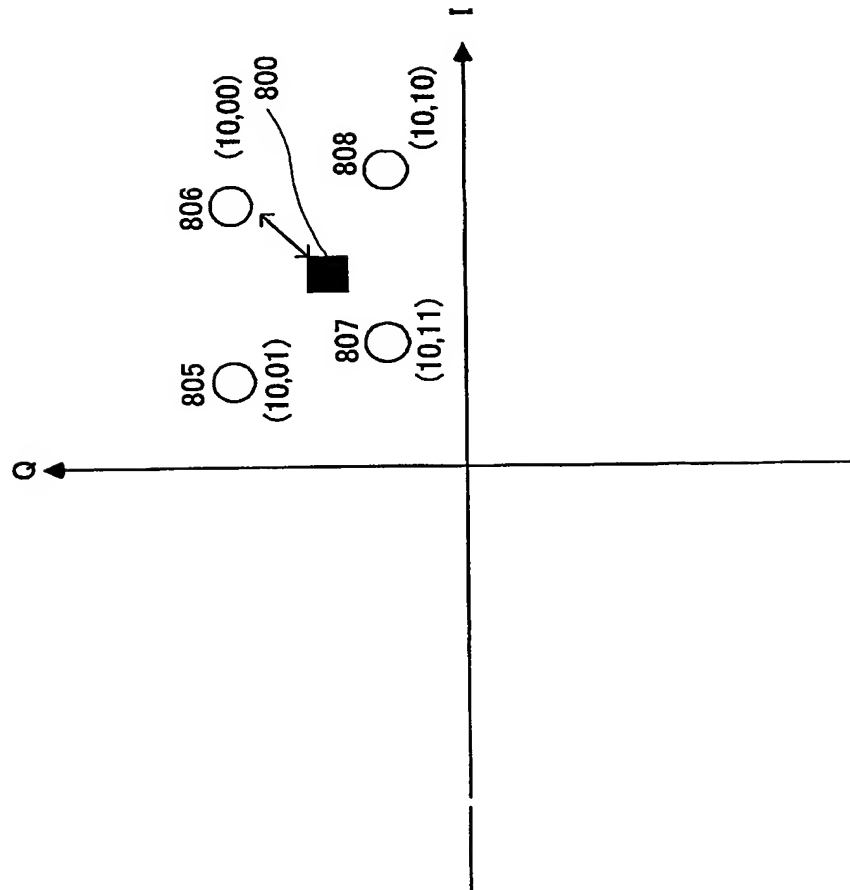
【図 8】



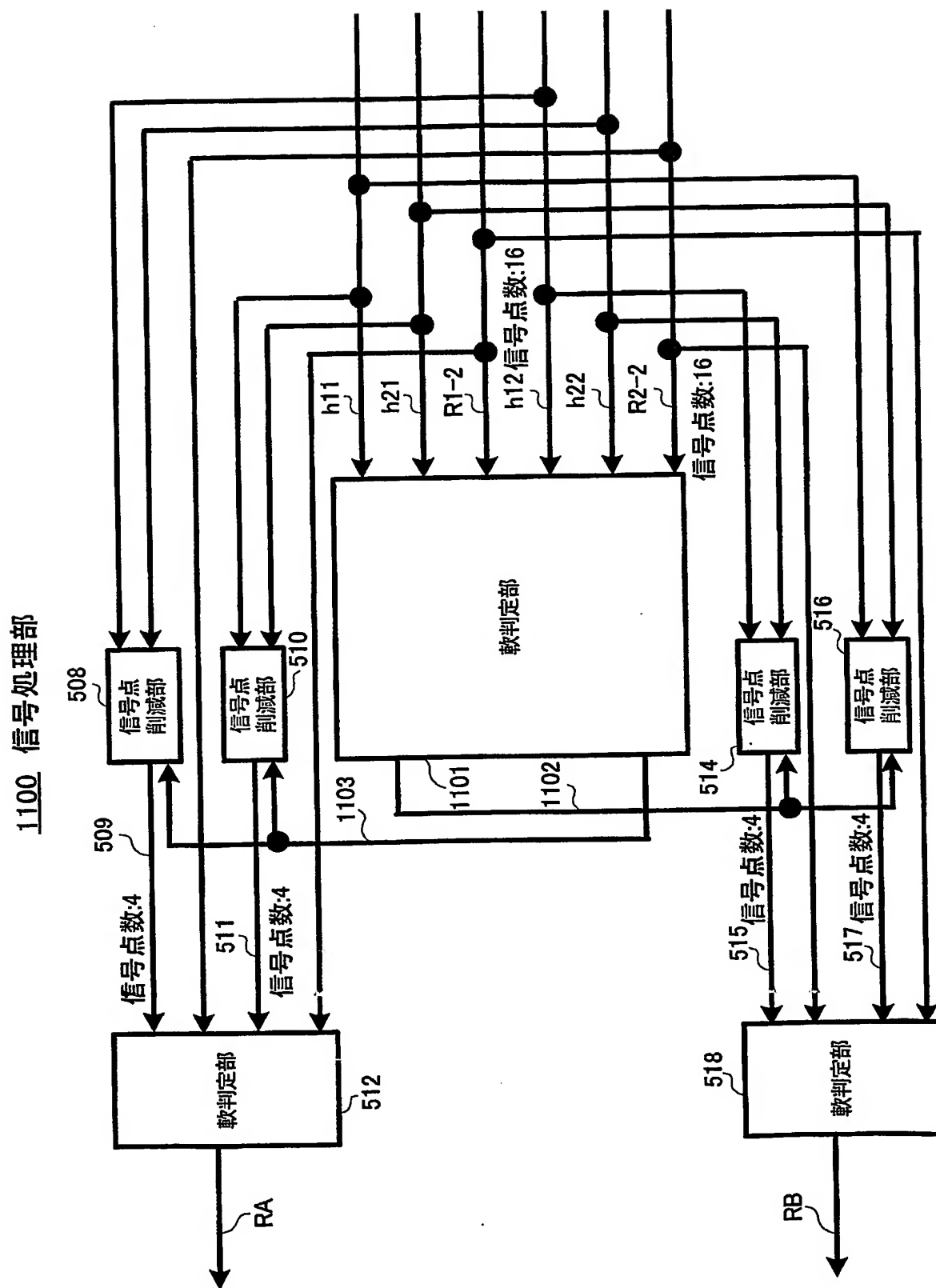
【図 9】



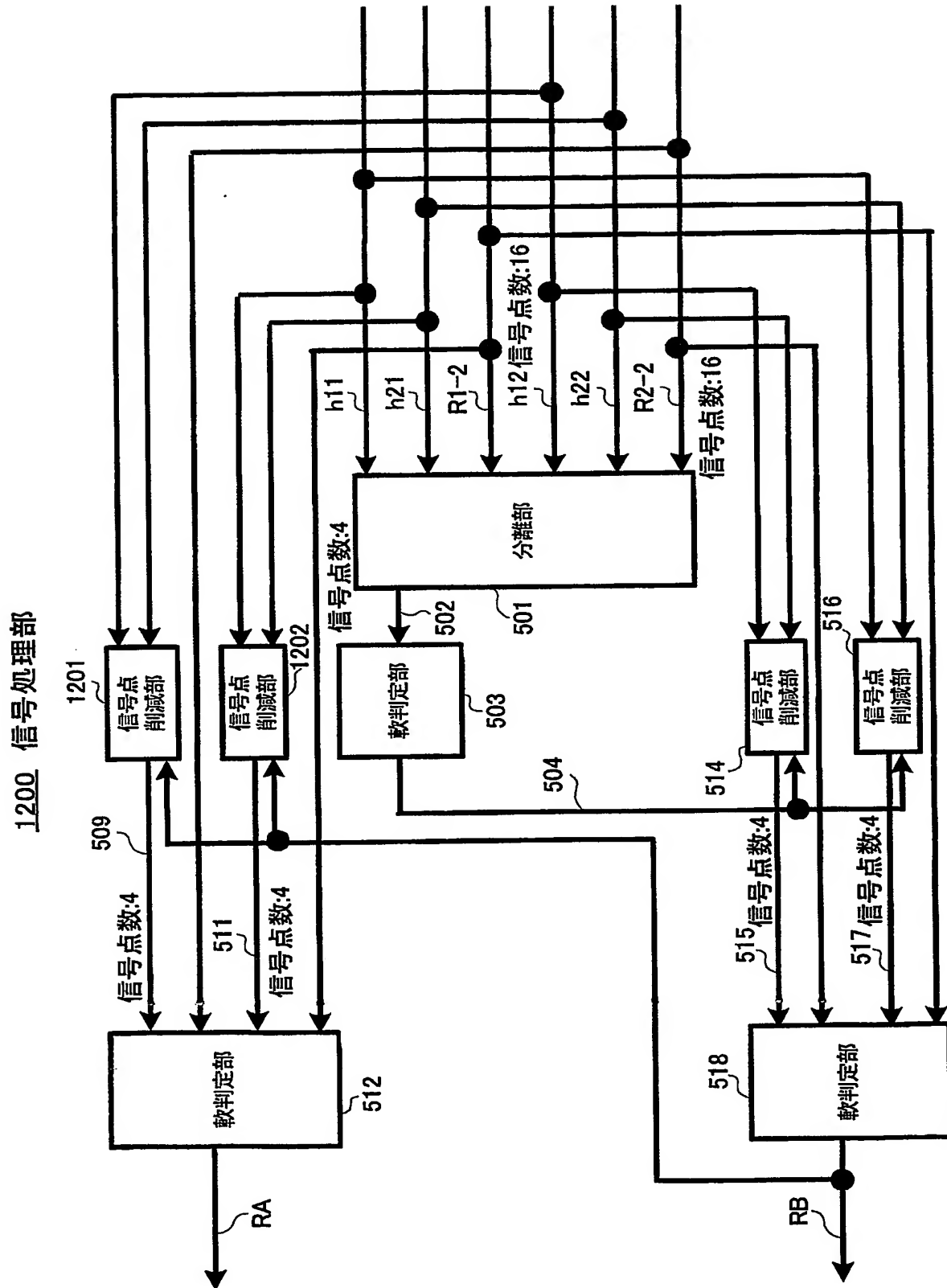
【図 10】



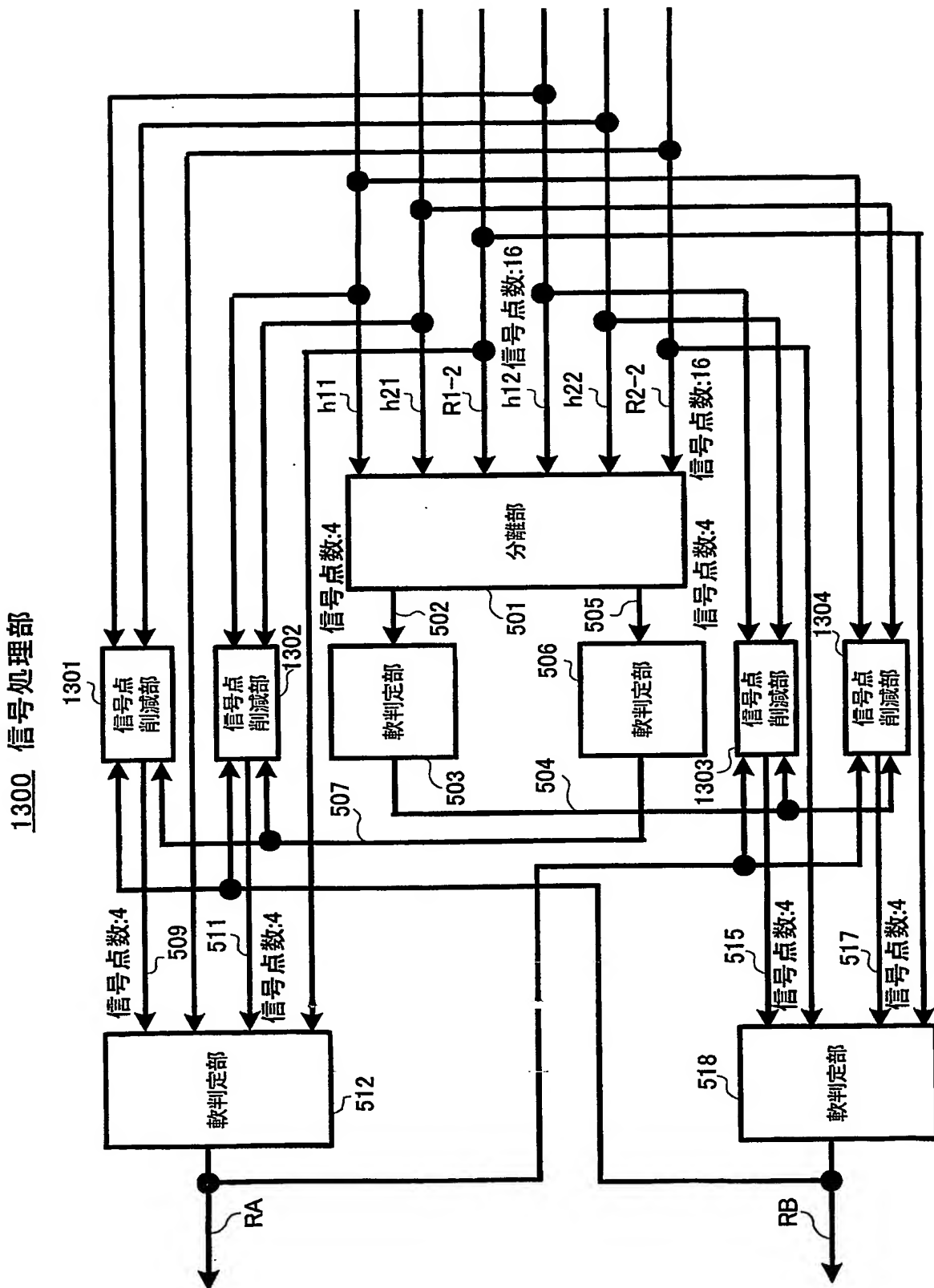
【図 11】



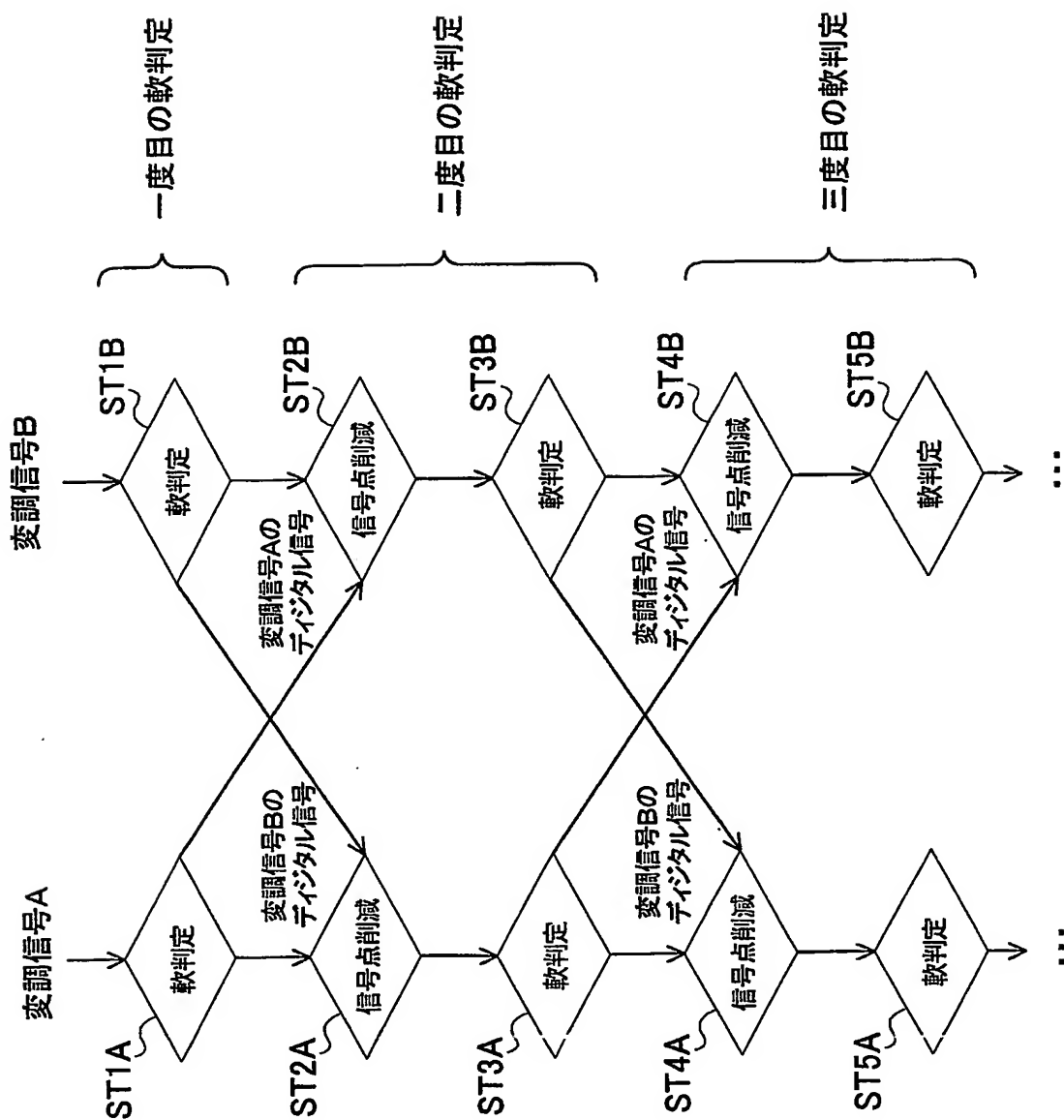
【図 12】



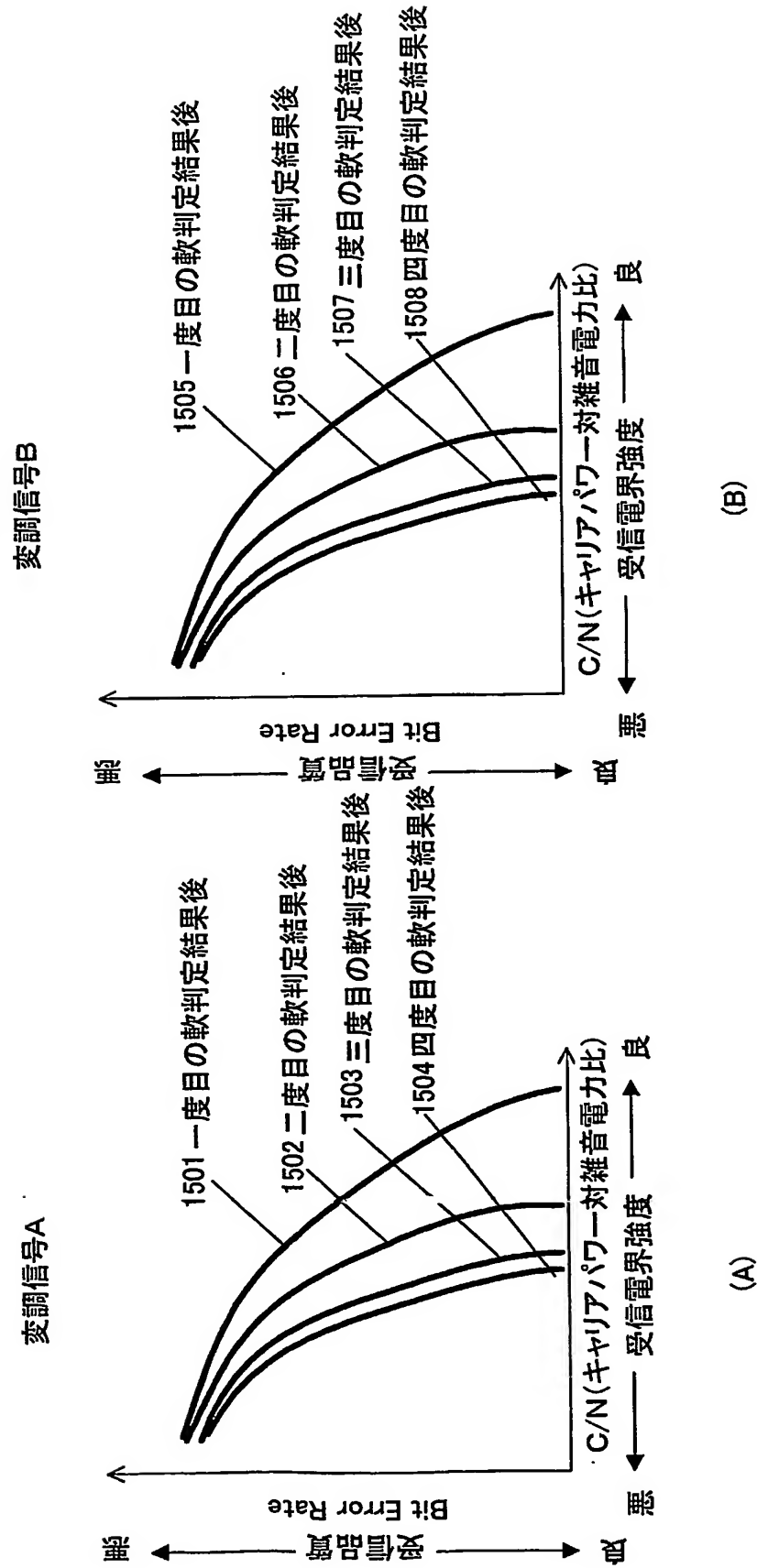
【図 13】



【図14】

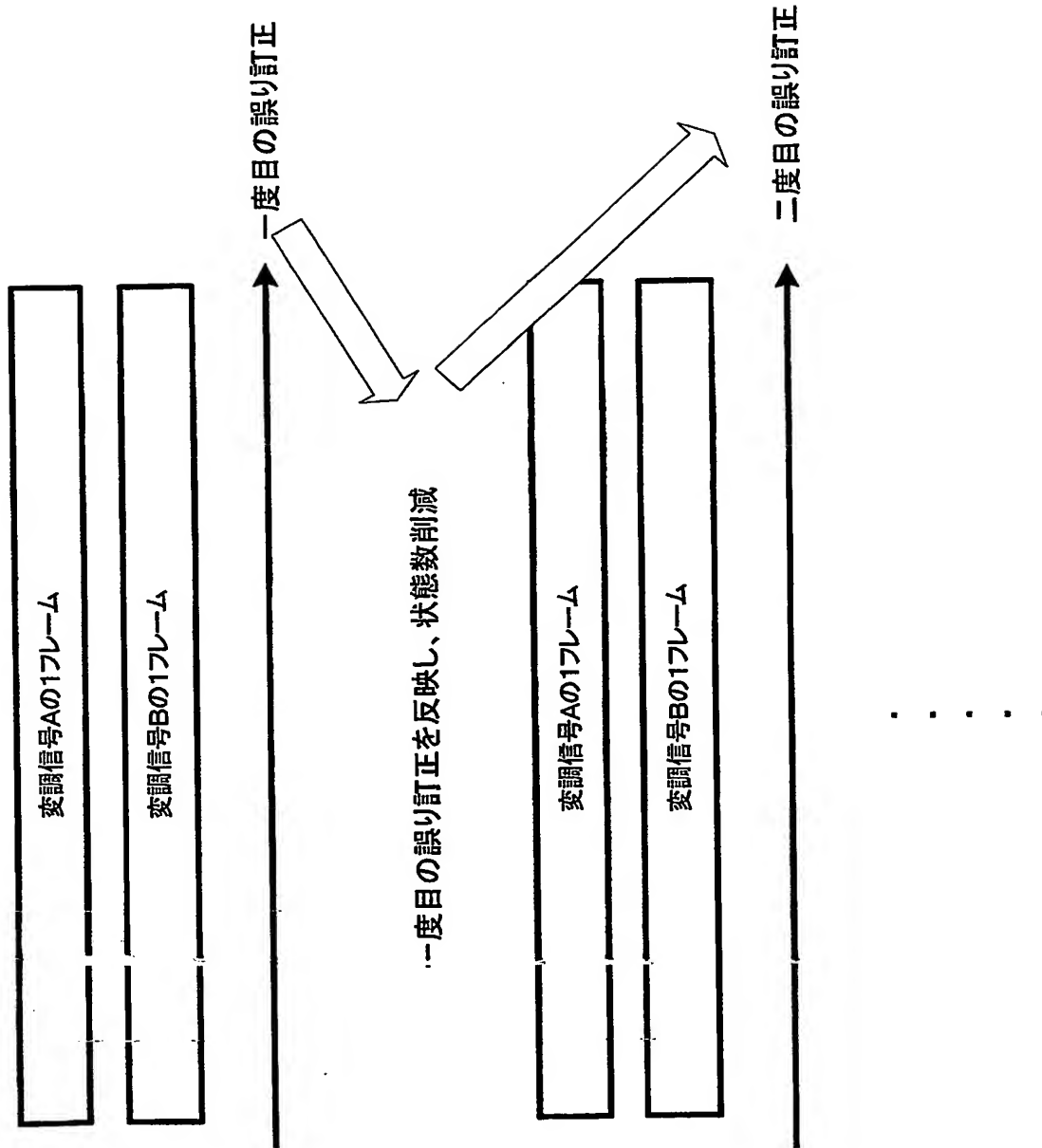


【図 15】

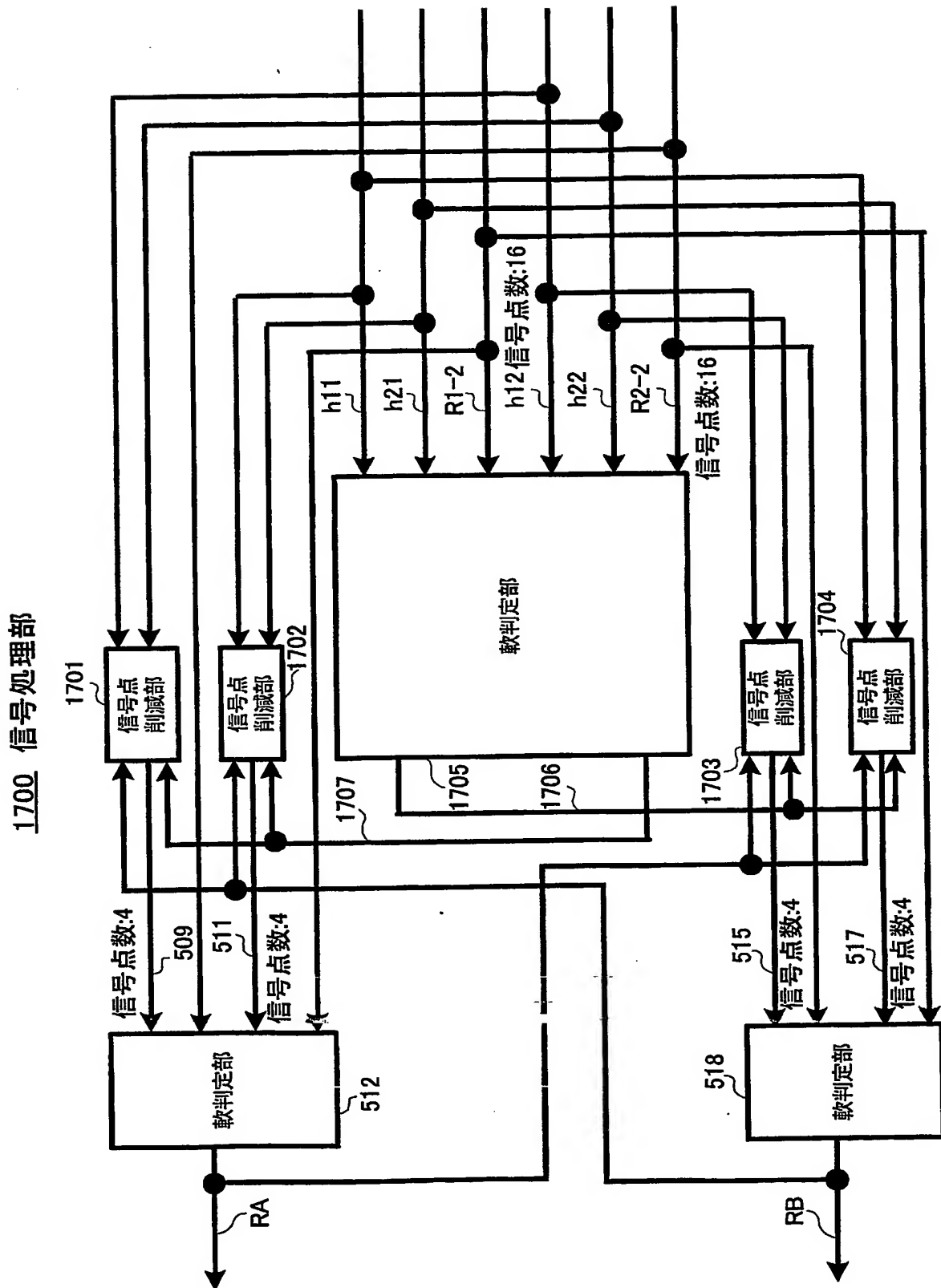




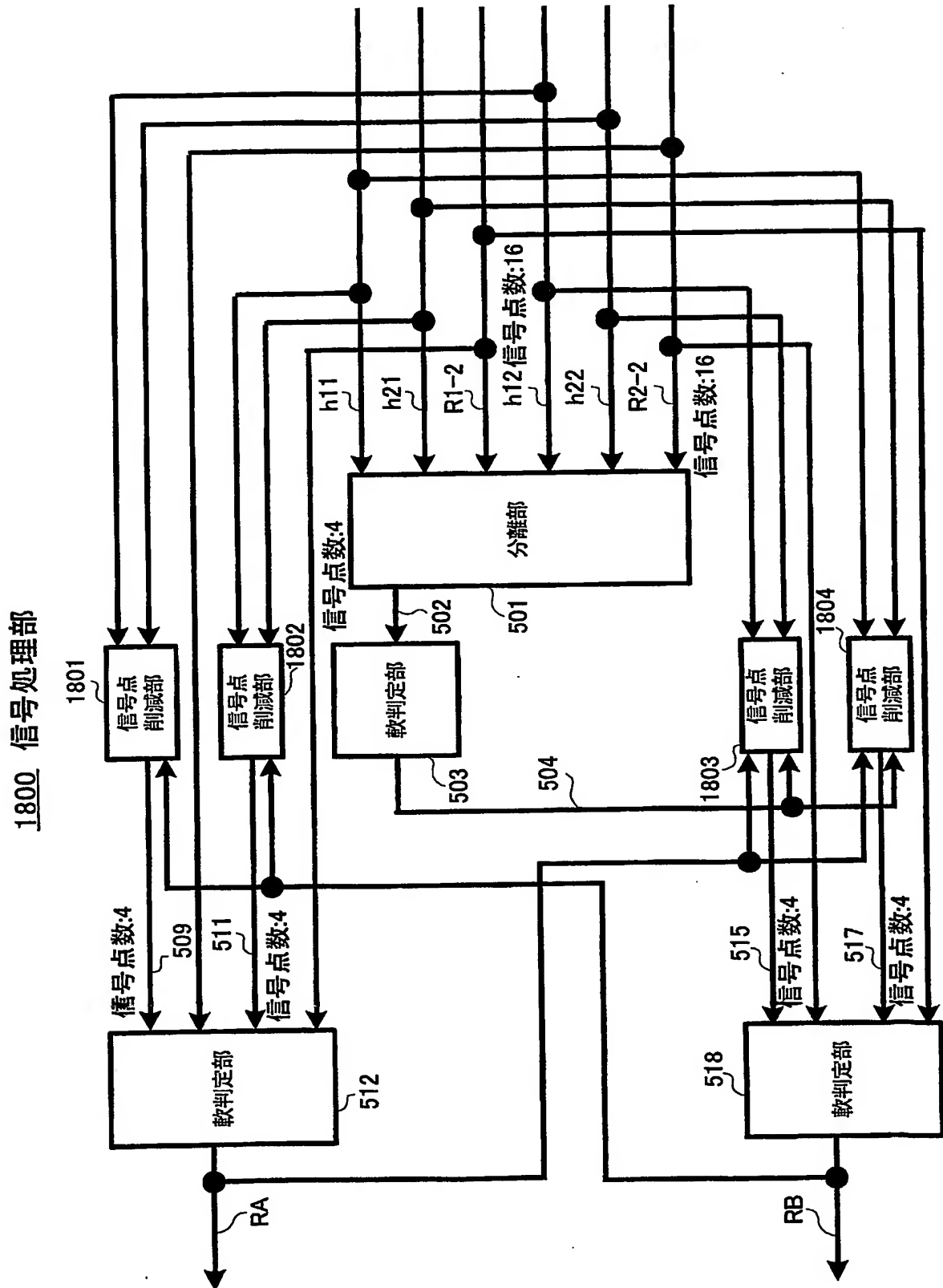
【図 16】



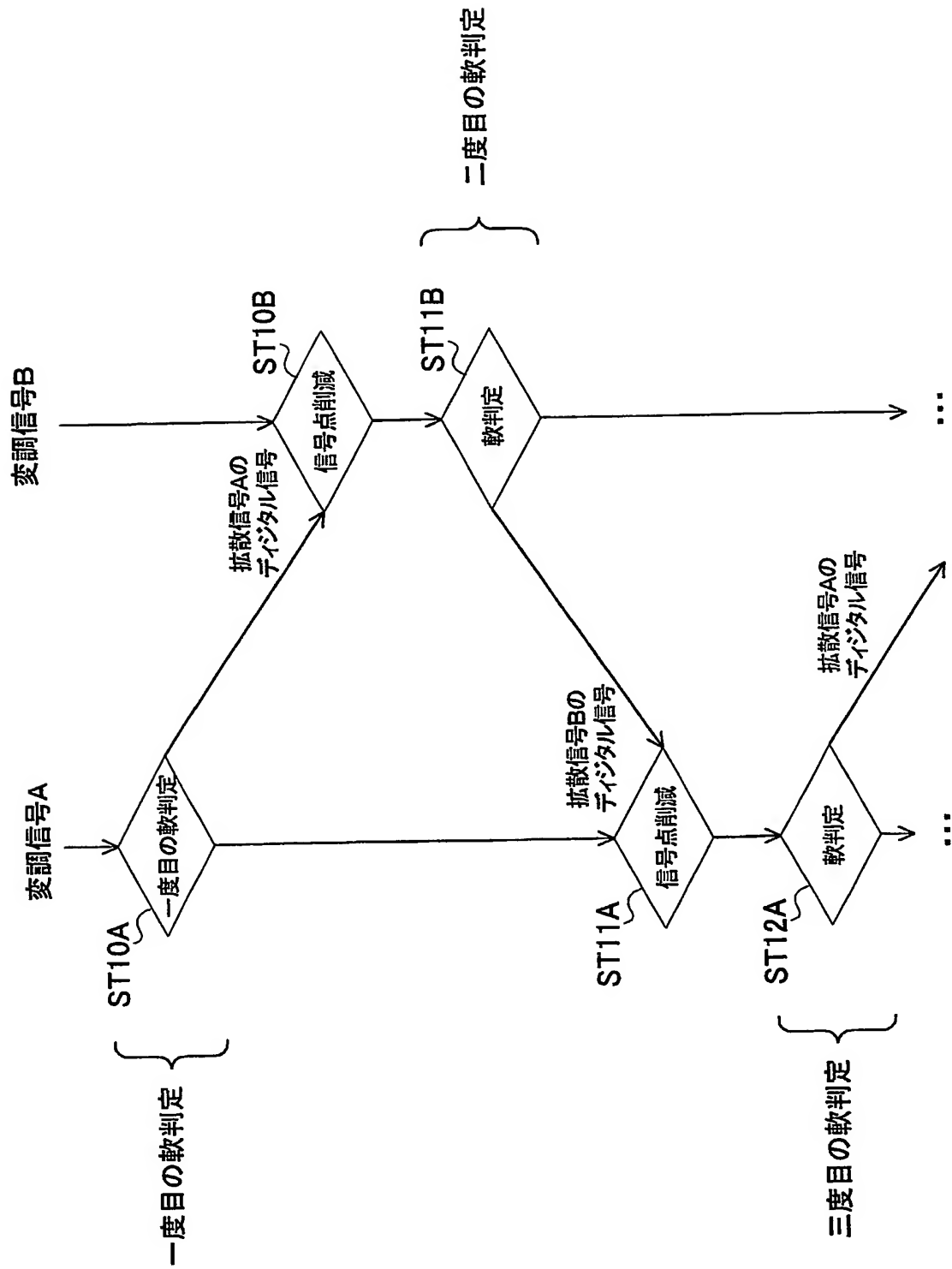
【図 17】



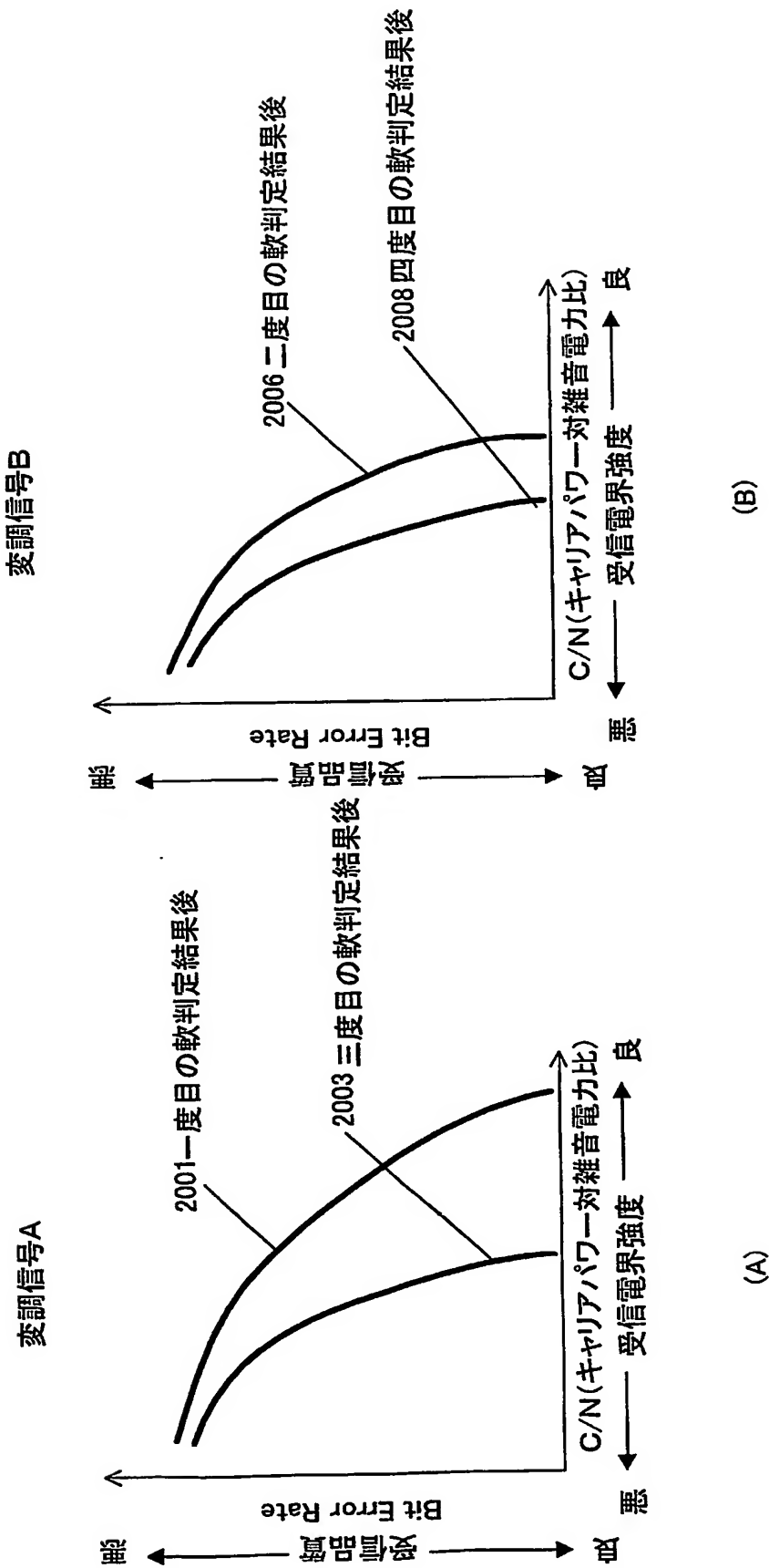
【図 18】



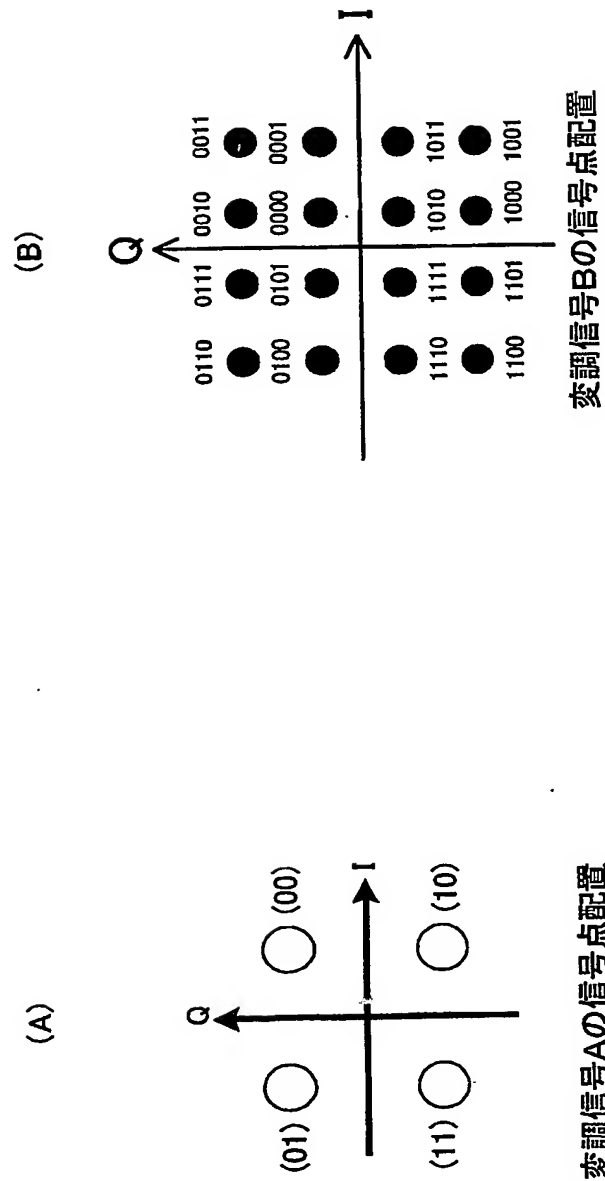
【図 19】



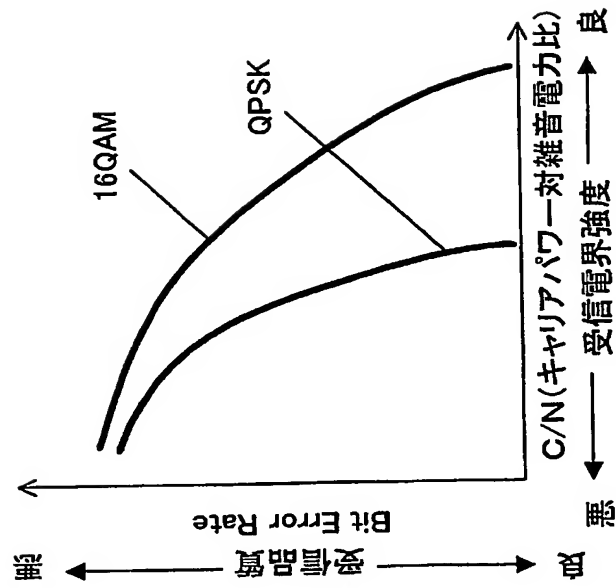
【図 20】



【図 21】

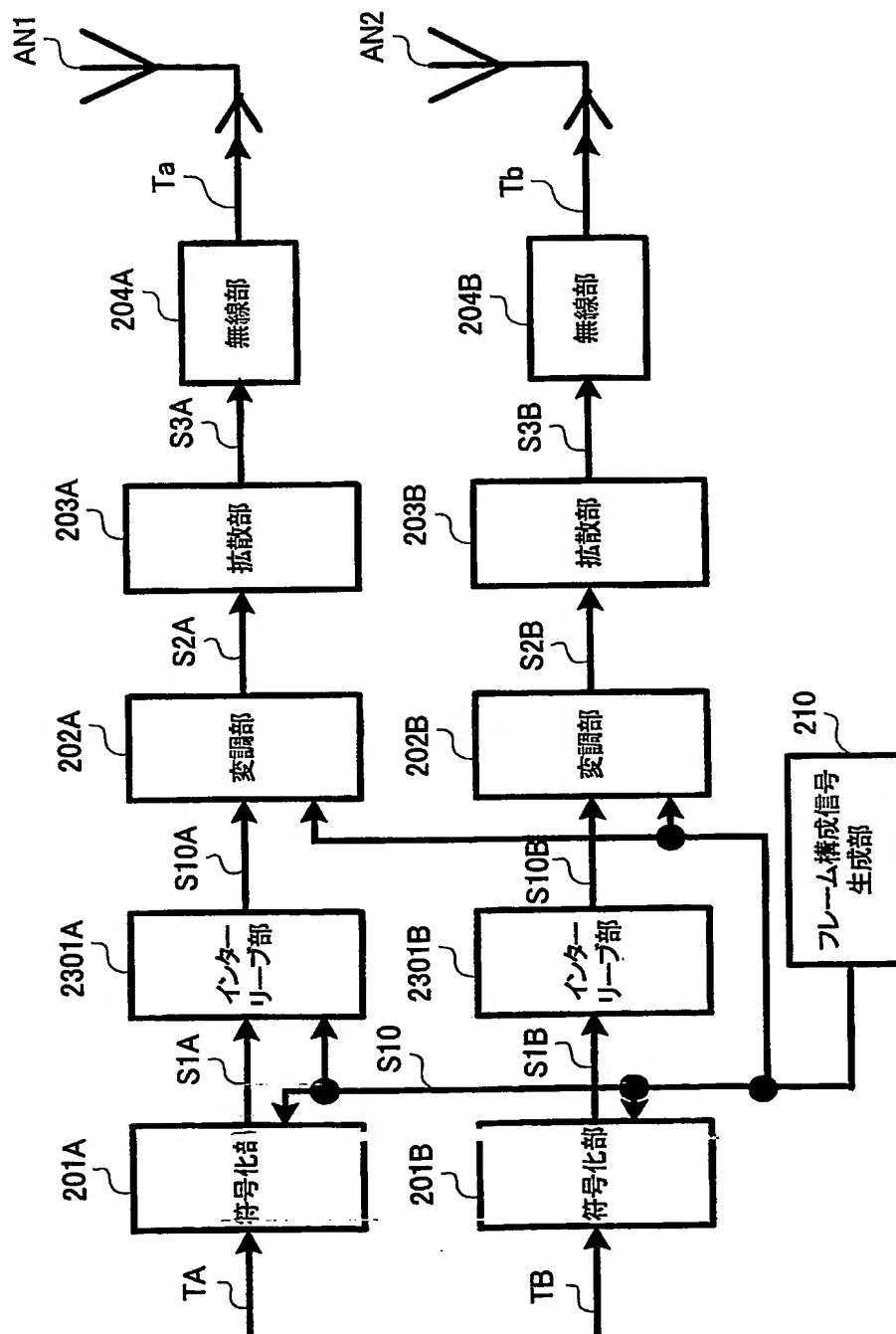


【図 22】



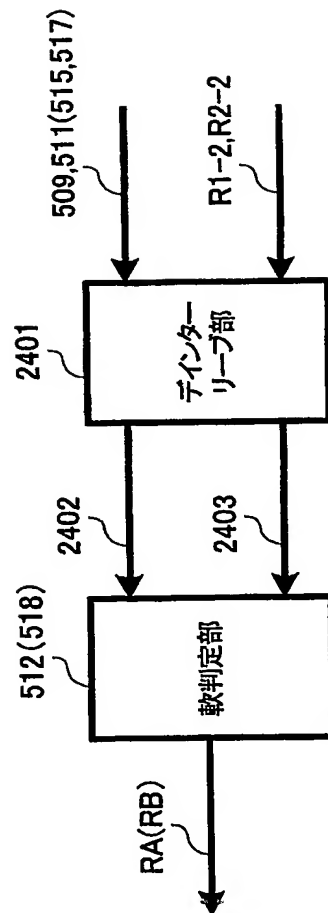
【図 23】

2300 マルチアンテナ送信装置

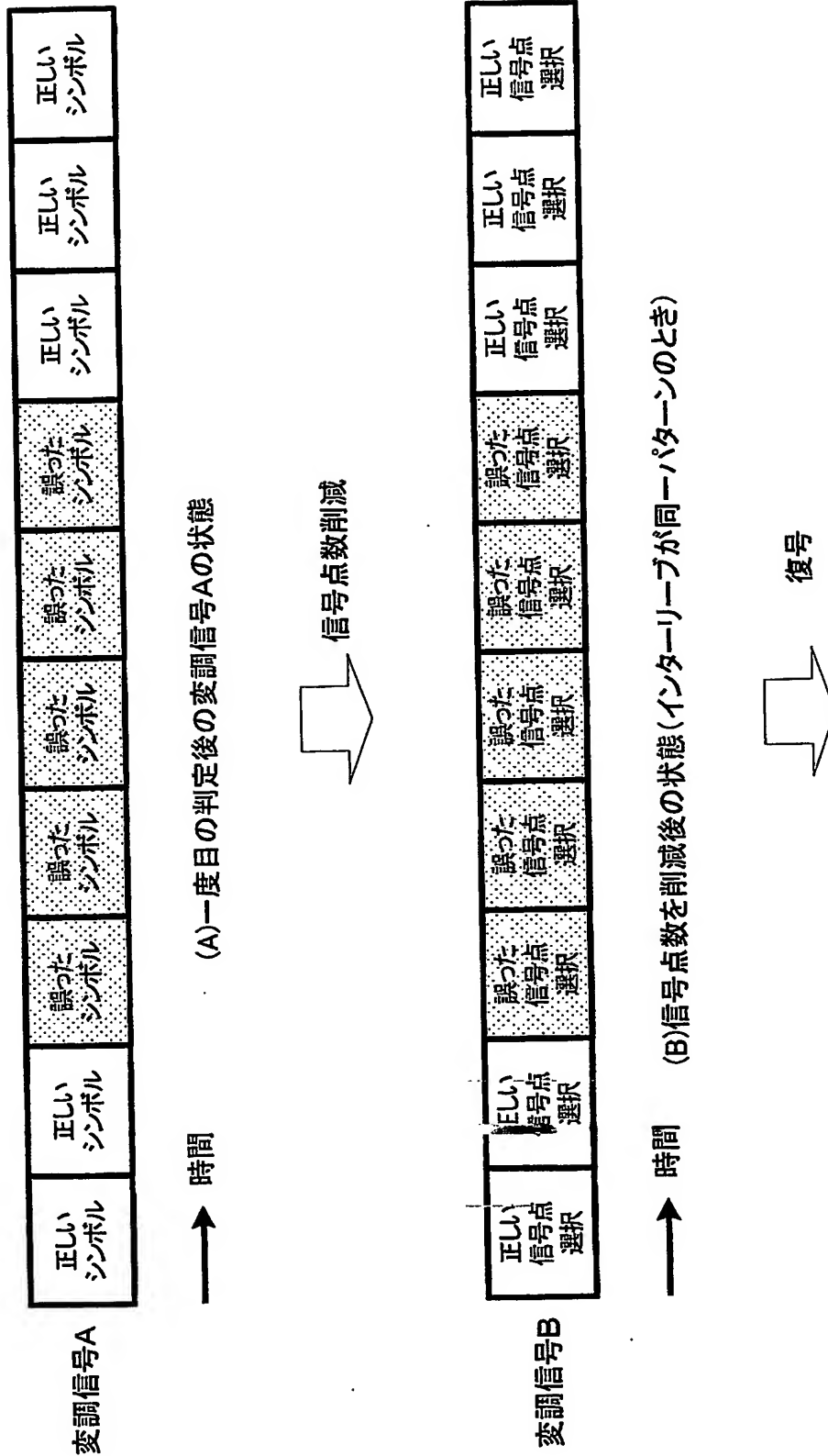




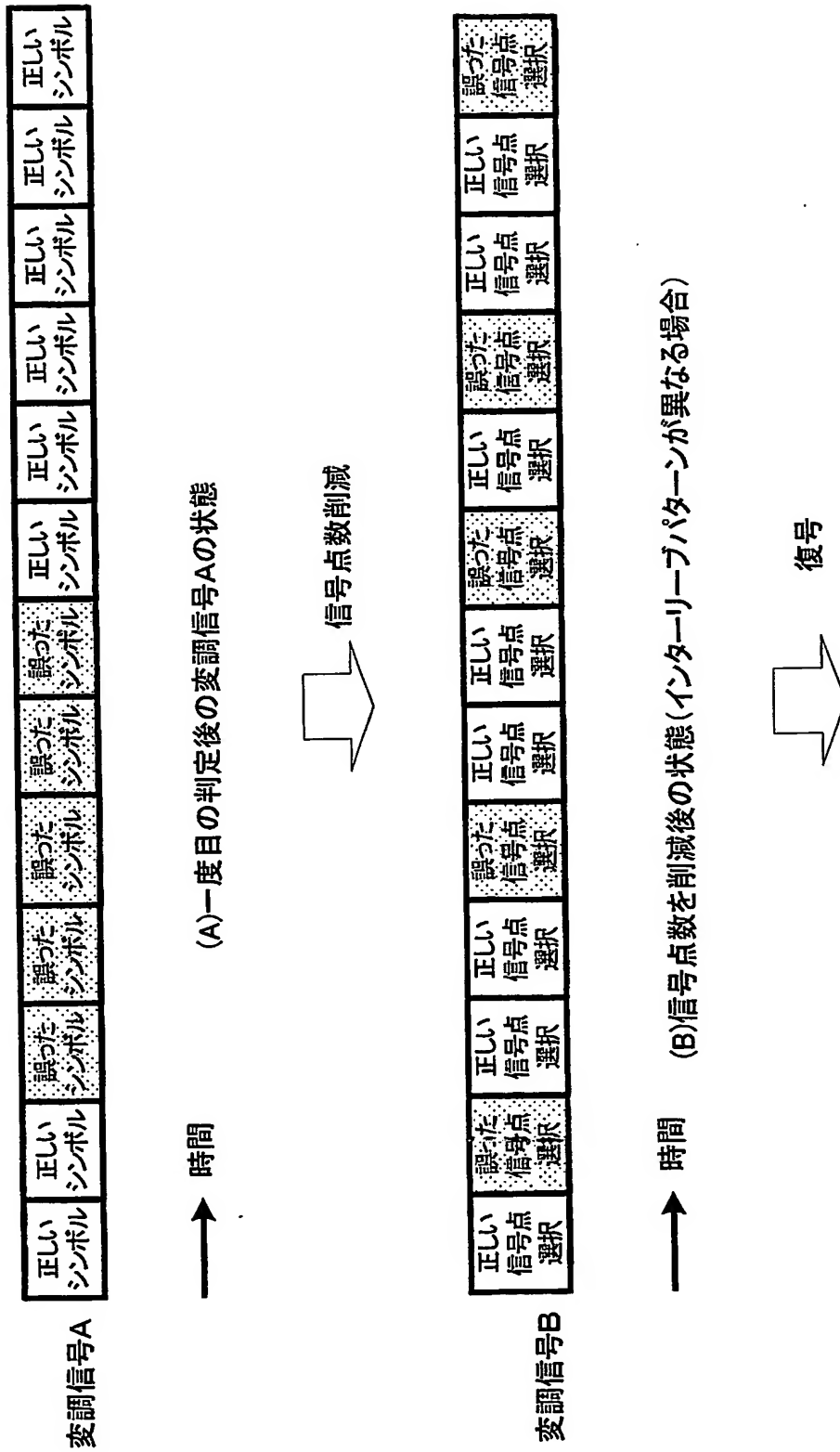
【図 24】



【図 25】

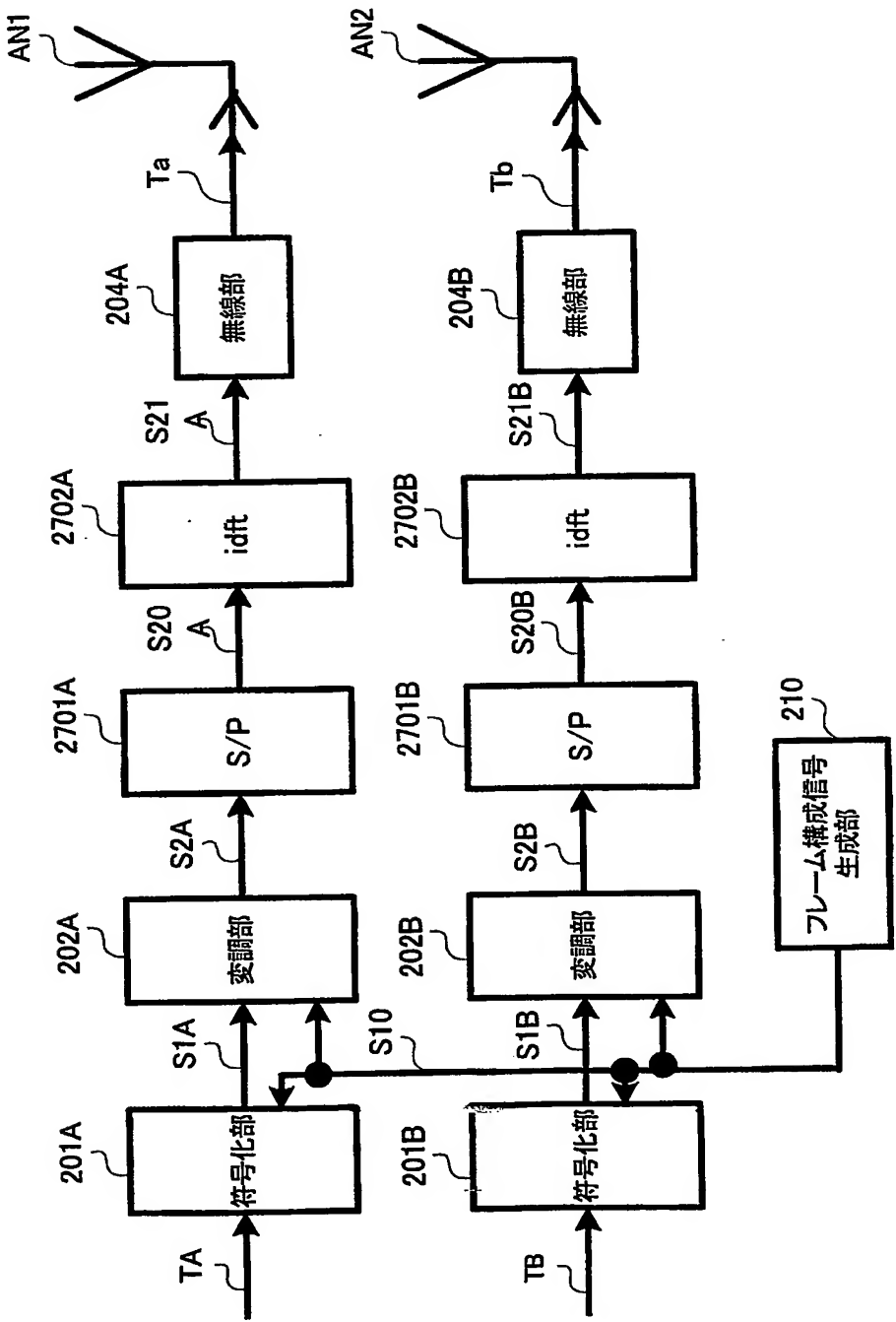


【図 26】

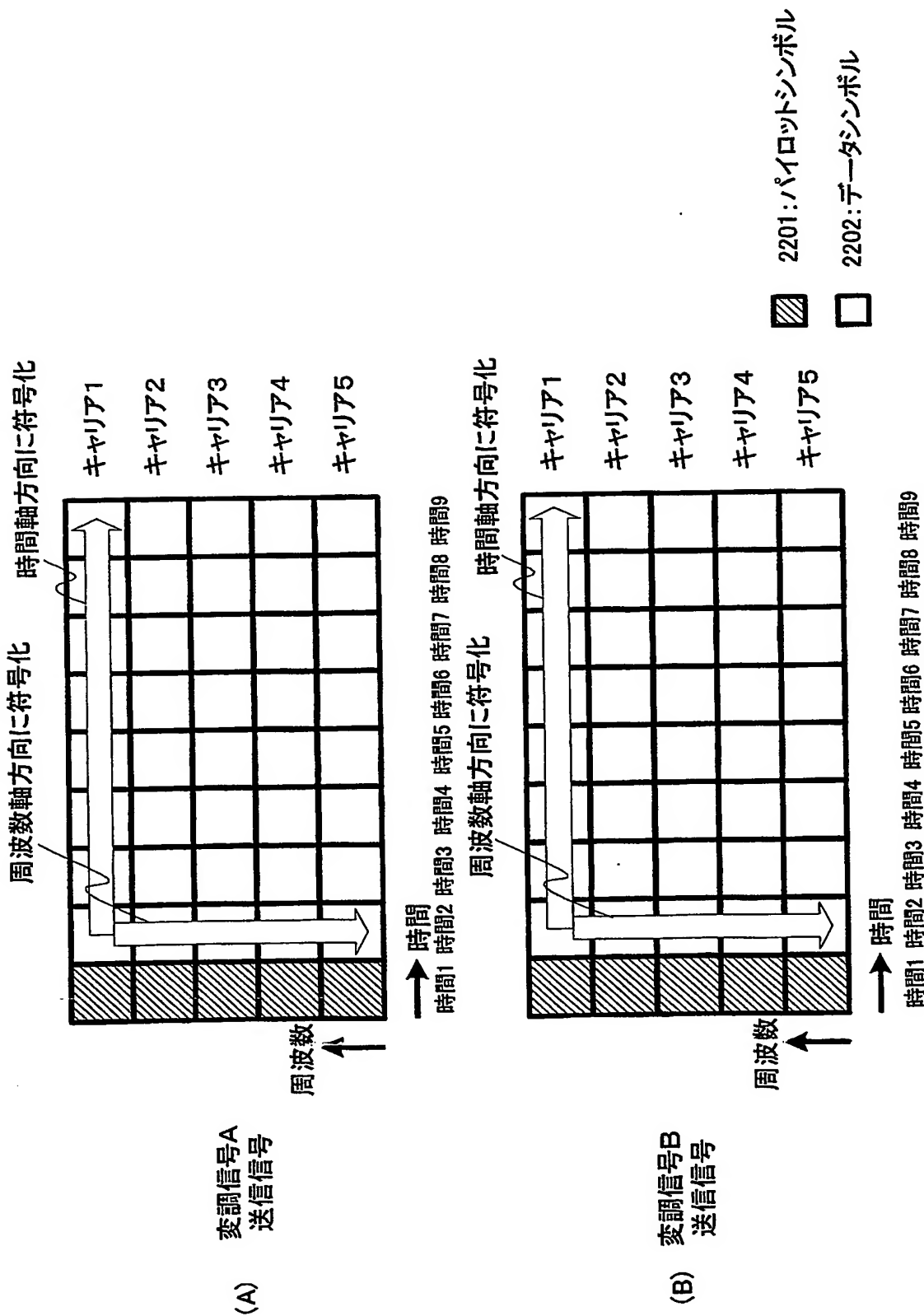


【図 27】

2700 マルチアンテナ送信装置

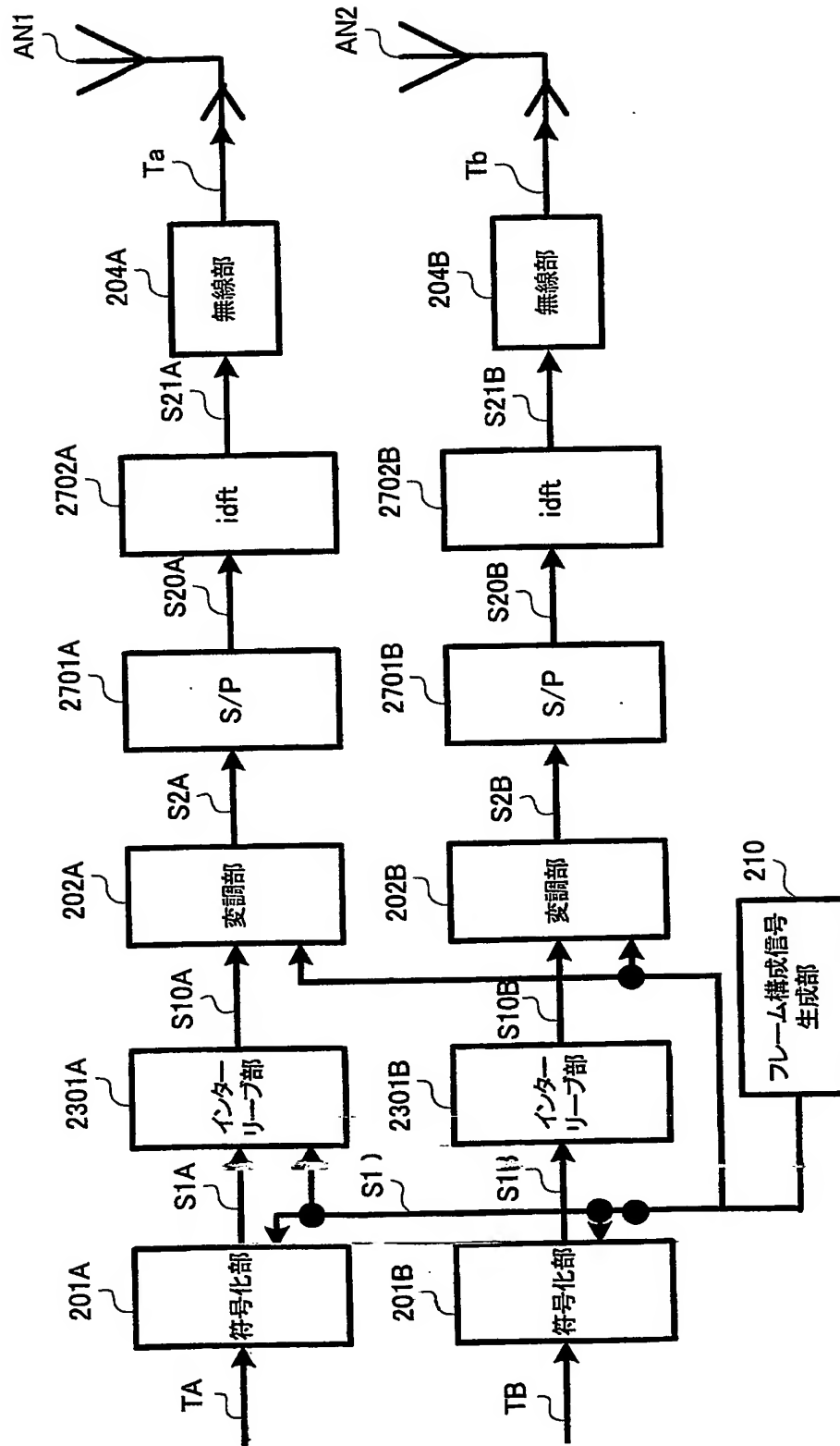


【図28】



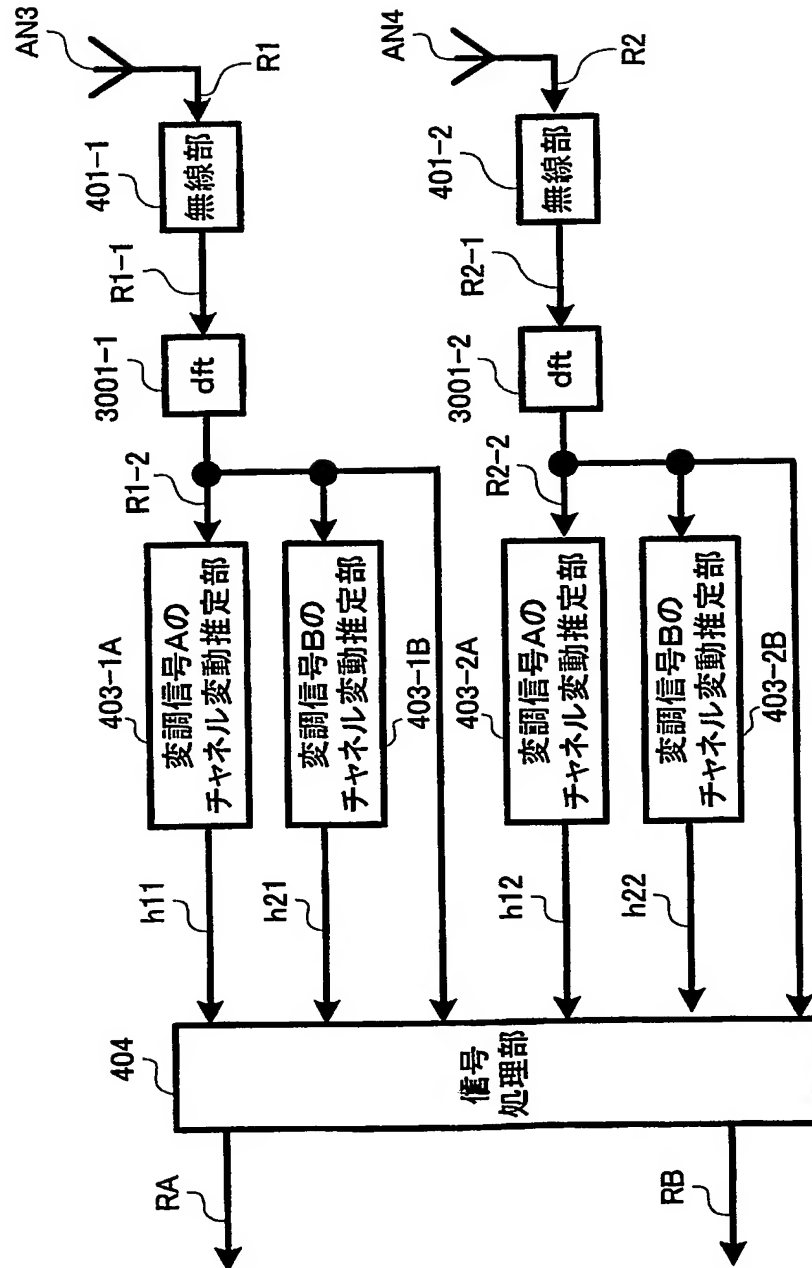
【図 29】

2900 マルチアンテナ送信装置

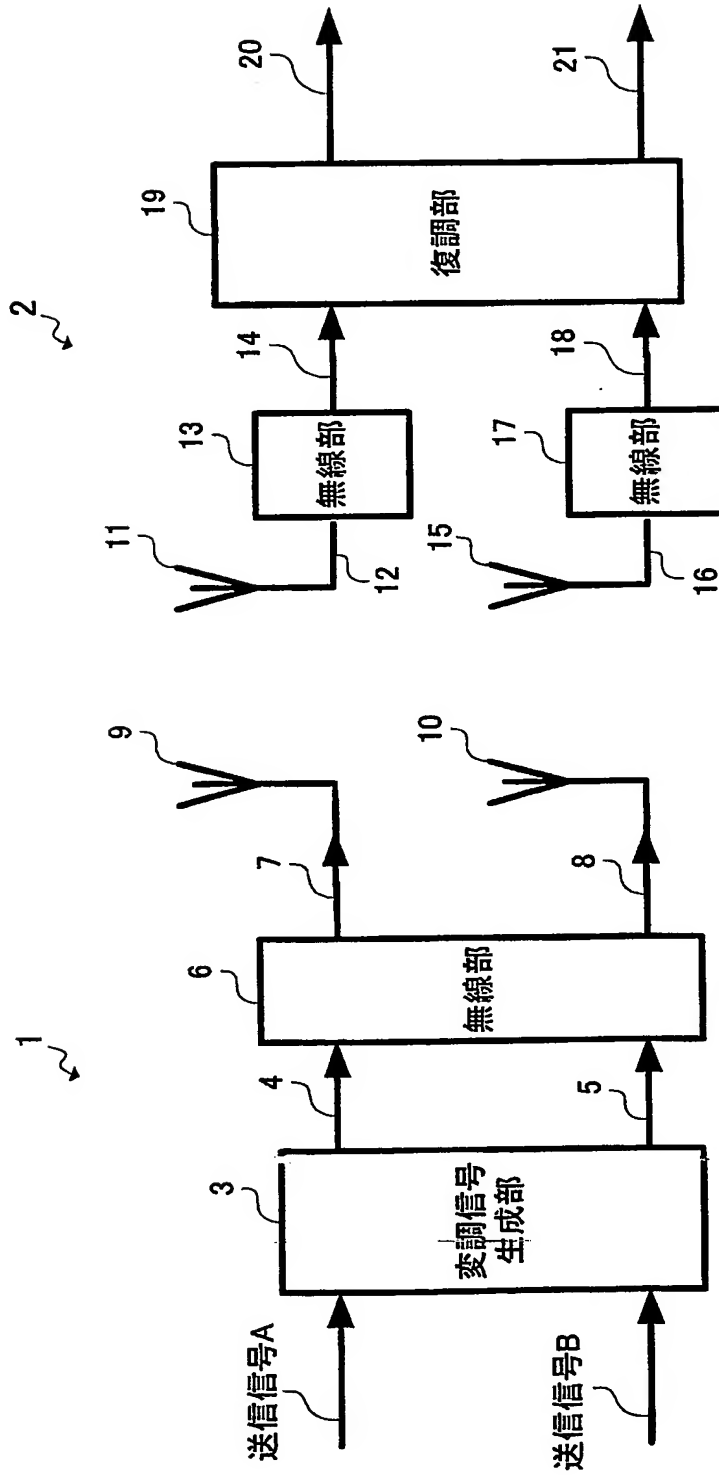


【図 30】

3000 マルチアンテナ受信装置



【図 31】





## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 誤り率特性を維持しつつ、装置構成を簡単化できるマルチアンテナ受信装置を提供すること。

【解決手段】 軟判定部503、506は、分離部501でチャネル変動行列の逆行列演算を用いて分離された各変調信号502、505を仮判定する。信号点削減部508、510、514、516は、多重化された変調信号の候補信号点数を仮判定結果504、507を用いて削減する。軟判定部512、518は、削減した候補信号点を用いて正確な判定を行って各変調信号の受信データRA、RBを得る。これにより、少ない演算量で誤り率特性の良い受信データRA、RBを得ることができる。

【選択図】 図5

特願 2 0 0 3 - 3 9 1 8 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017096

International filing date: 17 November 2004 (17.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-391860  
Filing date: 21 November 2003 (21.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**